7-9

Digitized by Google

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

7.9.210 B

PHYSIQUE

AMUSANTE.

PARIS.

LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, N° 12.

18 fr. par an, Le Technologiste, ou *Archives des progrès de l'Industrie fran et étrangère*; par M. Malepeyre.

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

PHYSIQUE AMUSANTE

Digitized by Google

AVIS.

Le mérite des ouvrages de l'**Encyclopédie-Roret** leur a valu les honneurs de la traduction, de l'imitation et de la contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il porte la signature de l'Editeur, qui se réserve le droit de le faire traduire dans toutes les langues, et de poursuivre, en vertu des lois, décrets et traités internationaux, toutes contrefaçons et toutes traductions faites au mépris de ses droits.

Le dépôt légal de ce Manuel a été fait dans le cours du mois de septembre 1859, et toutes les formalités prescrites par les traités ont été remplies dans les divers Etats avec lesquels la France a conclu des conventions littéraires.

On trouve à la Librairie Encyclopédique de Roret, *rue Hautefeuille,* 12.

MÉMOIRES RÉCRÉATIFS, SCIENTIFIQUES ET ANECDOTIQUES du physicien-aéronaute Robertson. 2 vol. in-8, fig. . 12 fr.

MANUEL D'ASTRONOMIE AMUSANTE, traduit de l'anglais, par A. D. Vergnaud. In-18, figures. . . . . 2 fr. 50

— CHIMIE AMUSANTE, ou Nouvelles Récréations chimiques, par M. Vergnaud. 1 vol. orné de figures. . . . . 3 fr.

— MAGIE NATURELLE ET AMUSANTE, par M. Vergnaud. 1 vol. avec figures. . . . . 3 fr.

— MATHÉMATIQUES (Applications usuelles et amusantes), par M. Richard. 1 gros vol. avec figures. . . . . 3 fr.

— SORCIERS, ou la Magie blanche dévoilée par les découvertes de la Chimie, de la Physique et de la Mécanique, par MM. Comte et Julia de Fontenelle. 1 gros volume orné de planches. . . 3 fr.

— JEUX ENSEIGNANT LA SCIENCE, ou introduction à l'étude de la Mécanique, de la Physique, etc., par M. Richard. 2 vol. 6 fr.

— SORCELLERIE ANCIENNE ET MODERNE EXPLIQUÉE, ou Cours de Prestidigitation, contenant tous les tours nouveaux qui ont été exécutés jusqu'à ce jour (1858) sur les théâtres ou ailleurs, et qui n'ont pas encore été publiés, etc., par M. Ponsin, ancien professeur. 1 gros volume. . . . . 3 fr. 50

— SUPPLÉMENT A LA SORCELLERIE EXPLIQUÉE, par M Ponsin. 1 volume . . . . . 1 fr. 25

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

PHYSIQUE AMUSANTE

OU

NOUVELLES RÉCRÉATIONS PHYSIQUES

contenant

UNE SUITE D'EXPÉRIENCES CURIEUSES, INSTRUCTIVES
ET D'UNE EXÉCUTION FACILE, AINSI QUE DIVERSES APPLICATIONS
AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE;

PAR MESSIEURS

JULIA DE FONTENELLE ET F. MALEPEYRE.

NOUVELLE ÉDITION,
Revue, corrigée, considérablement augmentée et ornée
de Planches.

PARIS
A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, 12.
1869.

Les Auteurs et l'Editeur se réservent le droit de traduction.

Digitized by Google

INTRODUCTION.

Rien pour l'observateur n'est muet sur la terre, a dit le chancelier Bacon ; cet axiome, dont tout démontre la vérité, peut s'appliquer aux sciences conjecturales comme aux sciences physiques. En effet, l'homme ne saurait devenir l'interprète fidèle de la nature, ni soulever le voile dont elle couvre ses opérations, qu'après avoir recueilli un grand nombre de faits et d'observations : celui dont les travaux ne reposent que sur la foi d'autrui ne fait le plus souvent qu'ajouter ses erreurs à celles des autres. Un faiseur d'expériences est suivant le philosophe précité (1), une espèce de chasseur qui suit la nature à la piste. Les courses inutiles ne le rebutent point ; un seul phénomène le dédommage de plusieurs jours perdus. Depuis Aristote, une foule de théories sur les causes des divers phénomènes de la nature, se sont succédées; elles n'ont pris quelque stabilité que vers la fin du XVIIIe siècle, époque à laquelle la physique et la chimie ont vu s'agrandir leur vaste domaine. C'est alors que, riches d'un grand nombre de faits, et prenant l'expérience et l'observation pour guides, elles ont entièrement secoué le joug du péripatétisme, détruit des erreurs entachées de la rouille des siècles, révélé d'importantes vérités, et démontré, par de nombreuses découvertes, que les faits sont toujours la vérification d'un principe. Loin de nous cependant toute idée d'attribuer uniquement à notre époque les progrès des sciences et des arts ; nous aimons à reconnaître l'essor qu'ils ont cherché à

(1) Analyse de la philosophie.

prendre sous Charlemagne, François Ier, Henri IV, Louis XIV, et surtout dans ce siècle illustré par tous les genres de gloire, auquel se rattache si intimement le nom du vaste génie qui les cultiva et les protégea, de ce Napoléon qui fut le grand des *grands de la terre,* et dont la mémoire est maintenant en vénération chez tous les peuples civilisés. Mais, nous le répétons, dans les temps reculés, l'esprit d'observation, le scepticisme et la saine philosophie ne dirigeaient pas assez ceux qui se livraient alors à leur étude.

Bien des gens, entièrement étrangers aux sciences et aux arts, regardent comme inutile tout ce qui est hors de la sphère de leurs connaissances, et aiment à placer leur siècle au-dessous des autres. Accoutumés à ne regarder les travaux des naturalistes, des physiciens, des chimistes et des mathématiciens, que comme propres uniquement à satisfaire la curiosité, ils ignorent qu'il n'est point de sciences ni d'arts qu'ils n'aient éclairés de leur flambeau, et sur le perfectionnement desquels ils n'aient exercé et n'exercent constamment la plus grande influence. Ils ignorent que, si la France est regardée comme la terre classique des héros, elle est aussi à la tête de toutes les nations pour les arts chimiques et industriels. Ce dernier titre de gloire nous paraît préférable à l'autre, puisqu'il ne coûte aucune larme à l'humanité, et que les services des héros sont bornés à leur patrie, à leur siècle, tandis que le génie vivificateur des sciences et des arts, éclaire de son flambeau tout le monde civilisé, et que, prodigue de ses bienfaits, il se voit appelé à triompher à jamais de la nuit éternelle du temps. C'est ce qui a fait dire à M. le comte Chaptal (1) : « Désormais les guerres civiles, les tempêtes politiques, les erreurs des gouvernements, peuvent bien comprimer la pensée, ralentir la marche de l'industrie, modérer l'essor du génie; mais le feu sacré ne peut plus s'éteindre, et le dépôt des connaissances est impérissable. »

(1) De l'Industrie française.

7.9.2

Depuis que l'esprit d'observation a servi de guide aux savants, ils se sont empressés de recueillir tout ce qui pouvait les éclairer; il ont senti qu'un fait, qui semble d'abord n'offrir aucun intérêt ou ne présenter qu'un simple amusement, peut être la source des plus importantes découvertes. Ainsi, le premier qui s'aperçut que l'aimant attirait le fer, ne se doutait nullement qu'à la connaissance de ce fait serait due la découverte d'un nouveau monde. Un morceau de succin frotté attire les corps légers, et cette connaissance est l'origine d'une science nouvelle, qui, par suite, permet à l'observateur de disposer à son gré de la foudre, et d'imprimer une nouvelle marche à la chimie en l'enrichissant d'un grand nombre de découvertes. Jenner, retiré dans les vallées du Glocester, voit les paysans qui tiraient les vaches, exempts en général de la petite-vérole, et ce trait de lumière le conduit à une découverte d'autant plus importante qu'elle tend à arracher des générations entières à la mort, et à préserver la beauté des ravages de la petite-vérole. Aussi, pour les vrais observateurs, l'expérience est la démonstration des démonstrations, puisque c'est elle qui a ouvert la porte à d'éternelles vérités.

On a comparé la nature à un volume immense, dont chaque siècle déroule quelques feuillets; la comparaison nous paraît juste. De nos jours, la physique et la chimie ont tellement contribué à expliquer les lois primordiales qui régissent les corps et les phénomènes divers qui en sont le résultat, que l'histoire de la nature a fait des progrès immenses. Ces deux sciences ont une si grande connexion, qu'il est souvent difficile d'établir entre elles une ligne de démarcation. C'est à leur heureuse application à la mécanique et aux arts chimiques et industriels, que la France et l'Angleterre doivent la prospérité de leurs manufactures. Outre ces précieux avantages, elles donnent lieu à une infinité d'expériences et d'amusements d'autant plus curieux et d'autant plus agréables qu'ils passent, pour ainsi dire, pour miraculeux

aux yeux de ceux qui sont étrangers à l'étude des sciences naturelles. Ces amusements physiques, chimiques ou mathématiques, considérés scientifiquement, ne sont pas seulement un simple objet de curiosité; l'explication des phénomènes qu'ils présentent se rattache aux théories les plus élevées, les plus exactes, et doit être considérée comme une nouvelle source d'instruction; ce sont des roses dont on a pris soin d'arracher les épines. Ainsi, les amusements dus à l'électricité, à l'aimant, à la lumière, au calorique, à l'air, à l'eau, nous font connaître les propriétés principales dont jouissent ces divers corps : ne peut-on point, dans ce cas, répéter avec un de nos plus ingénieux moralistes : *Heureux ceux qui s'instruisent en s'amusant!* Tels sont les divers motifs qui nous ont portés à publier cet ouvrage. Avant nous, *Ozanam* et *Guyot* avaient fait paraître chacun un travail sur le même sujet, dont les amusements mathématiques et la prétendue *magie blanche* faisaient la base principale. Leurs récréations sur la lumière, l'électricité et l'aimant sont très-curieuses, et je me plais à avouer que je leur ai fait souvent de nombreux emprunts. Depuis ce temps, le calorique et la lumière ont été beaucoup mieux étudiés; l'identité des fluides magnétique et électrique a été reconnue; la décomposition de l'air et de l'eau a eu lieu; un grand nombre de gaz et de sels ont été découverts, et la connaissance de l'action des réactifs, qui fut presque ignorée de ces auteurs, a fait de nos jours des progrès immenses; il en est donc résulté que ces deux ouvrages ne sont plus au niveau des sciences physiques, quoiqu'ils soient cependant encore très-bons à consulter. Quant aux *Récréations physiques et chimiques* de Model, elles ne justifient nullement ce titre; après lui, Accum, en Angleterre, a publié un travail sur le même sujet, qui se rattache plus particulièrement à la chimie, et que M. Herpin semble avoir traduit en entier dans ses *Récréations physiques et chimiques*, ouvrage étranger à la physique et écrit sans méthode. Enfin, réu-

nissant tout ce qu'il pouvait y avoir d'intéressant sous le rapport chimique dans ces ouvrages, coordonnant ces matériaux avec les découvertes récentes, on en a fait un ouvrage qui figure dans la Collection de M. *Roret*, sous le titre de *Manuel de Chimie amusante*. En me livrant à mon tour à l'étude des amusements physiques, j'ai tenté de m'écarter de la marche ordinaire, en tâchant de la rendre méthodique; j'avais en vue cette pensée de Bacon, que la méthode est comme l'architecture des sciences; elle fixe l'étendue et les limites de chacune, afin qu'elles n'empiètent pas sur leurs terrains respectifs. Mais il me semblait difficile de parvenir à établir une classification propre à présenter les faits dans leur ordre naturel. Après y avoir réfléchi quelque temps, j'ai cru devoir recourir à celle que les physiciens et les chimistes modernes ont adoptée dans leurs ouvrages élémentaires; en conséquence, j'ai divisé celui-ci en deux parties : la première se compose des corps impondérables, et la seconde des pondérables.

La première est sous-divisée en quatre sections :

L'une comprend le calorique et les récréations auxquelles il donne lieu;

L'autre, la lumière et les principaux phénomènes qu'elle offre : car il m'eût été impossible de passer en revue toutes les récréations dues à l'optique, à la catoptrique, etc.; j'ai choisi les plus intéressantes;

La troisième embrasse l'électricité avec ses nouvelles applications, sa théorie moderne et les récréations les plus curieuses;

La quatrième, l'aimant ou le fluide magnétique considéré dans son identité avec le fluide électrique, et son application à diverses expériences.

La seconde partie se compose de huit sections, auxquelles j'ai fait suivre l'ordre numérique des autres.

La cinquième traite des substances gazeuses qui offrent le plus d'intérêt. Cette partie était entièrement inconnue à *Ozanam* et *Guyot*.

La sixième, du phosphore et de ses effets.

La septième, des métaux.

La huitième, de l'air et de ses propriétés physiques les plus remarquables.

La neuvième, de l'eau et des phénomènes auxquels elle donne lieu, tels que les météores aqueux.

La dixième comprend les réactifs, et à la suite, les encres de sympathie, qui n'en sont qu'une application curieuse.

La onzième offre l'action simultanée de certains sels.

J'ai inséré enfin dans la douzième diverses récréations qui pouvaient également entrer dans plusieurs autres classes, ou qui, par leur nature, ne pouvaient point y trouver place.

J'ai fait tous mes efforts pour tenir constamment mon travail au niveau des connaissances les plus modernes, et je me plais à avouer que j'ai mis à contribution les ouvrages de physique de MM. *Brisson, Libes, Haüy, Biot, Despretz, Pelletan*, et surtout de *Beudant*; j'ai puisé aussi de très-bons documents dans la chimie de *Thénard*, dans celle de *Thomson*, dans le *Dictionnaire* du docteur *Ure*, dans le *One thousand experiments in chemistry*, de M. *Colin Mackensie*, et surtout dans un ouvrage très-remarquable de M. *Quetelet*, directeur de l'Observatoire de Bruxelles, publié sous le titre modeste de *Propositions de physique*. J'en ai extrait des documents curieux pour cette nouvelle édition. A la tête de chaque section, j'ai cru convenable de placer des notions préliminaires pour mieux faire connaître l'objet dont j'allais m'occuper.

Une telle marche ne saurait être déplacée dans un ouvrage destiné à ne présenter que des expériences et des faits. On se rappelle d'ailleurs ce philosophique adage :

. . . . . Indocti discant,
Ament meminisse periti.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

PHYSIQUE AMUSANTE

PREMIÈRE PARTIE.

DES CORPS IMPONDÉRABLES.

SECTION PREMIÈRE.

DU CALORIQUE.

On a pu voir dans le *Manuel de Physique*, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*, qu'on donne le nom de *corps impondérables* à ceux dont on n'a pu découvrir encore la nature par la voie du poids ou du volume, et qui sont les causes des divers phénomènes produits par le feu, la lumière, l'électricité et le magnétisme. Ils ont reçu les noms de *calorique, lumière, et fluides électrique et magnétique.*

Le calorique est un fluide invisible qui pénètre tous les corps, s'interpose entre leurs molécules, les dilate, et les fait passer de l'état solide à l'état liquide, et de celui-ci à l'état gazeux. L'existence matérielle du calorique ne saurait être démontrée que par ses effets, surtout par celui qui est connu sous le nom de *chaleur*. Il est bien évident que ce mot et celui de *calorique* ne sont pas synonymes, puisque la chaleur n'est autre chose que la sensation que nous fait éprouver le calorique. Dans presque tous les ouvrages de chimie et de physique, le calorique et la lumière sont présentés comme deux corps impondérables différents; cependant, un grand nombre de physiciens-chimistes pensent que la lumière n'est qu'une modification du calorique, lequel, lorsque la température s'élève de 550 à 600°, peut devenir lumière; car, ce n'est qu'à cette température que les corps deviennent lumineux. Nous allons étudier quelques-unes de ses propriétés.

EXPÉRIENCE. — *Démontrer l'impondérabilité du calorique.*

Si l'on met dans un flacon de l'acide sulfurique, et dans un autre de l'eau, et, qu'après les avoir soudés ensemble, et avoir exactement pesé le tout, on mêle ces deux liquides, il se dégage une grande quantité de calorique; cependant, lorsque cet appareil est ramené à la température ordinaire, il n'a rien perdu de son poids.

EXPÉRIENCE. — *Constater l'équilibre du calorique.*

Le calorique tend sans cesse à se mettre en équilibre dans tous les corps : ainsi, lorsque vous touchez un objet dont la température est au-dessous ou au-dessus de celle du corps humain, vous éprouvez soudain un sentiment de froid ou de chaud. Cela tient à ce que, dans le premier cas, il y a une soustraction de calorique de la partie de notre corps qui, se trouvant en contact avec l'objet le plus froid, se met à son niveau de température; dans le second, la sensation de chaleur est due au calorique du corps touché qui passe dans le corps touchant.

Cet équilibre du calorique explique également les sensations de froid et de chaud que nous éprouvons, suivant que nous passons d'un milieu froid dans un milieu chaud, et *vice versâ*, suivant les variations atmosphériques. Voilà pourquoi l'on trouve frais en été et chauds en hiver, les lieux où règne une température constante, comme celle des caves, qui est de + 10 degrés.

EXPÉRIENCE. — *Prouver l'attraction et la répulsion du calorique.*

Le calorique, comme tous les corps, obéit aux lois de l'attraction. On le démontre en dirigeant un rayon solaire sur un prisme; on voit alors que, après les sept rayons colorés, au-delà de celui qui est le moins réfracté, il en existe un qui n'est pas lumineux, mais calorique. Toutes les molécules du calorique jouissent d'une force répulsive qu'elles communiquent aux autres corps avec lesquels on les met en contact, comme le prouve leur passage à l'état liquide et gazeux : cette force répulsive est connue sous le nom d'*élasticité*.

Chaleur rayonnante.

Il y a deux modes de propagation de la chaleur : 1° par le contact; 2° par son émission sous forme de rayons qui s'élancent en ligne droite, avec une vitesse instantanée, à travers l'air, sans modifier sa température, et même à travers le

vide; c'est ce mode de transmission du calorique qne les physiciens désignent par le nom de *chaleur rayonnante*. Il suffit, pour en avoir un exemple, de placer sa main devant l'une de ces ouvertures de poêle pour éprouver un sentiment de chaleur qui ne saurait provenir de l'air qui est en contact avec lui, puisqu'il est reconnu qu'un courant d'air extérieur se précipite constamment dans la direction contraire à celle que suit la chaleur. Ce pouvoir rayonnant est plus grand dans les corps à surface terne que dans ceux de même nature qui ont une surface brillante; si l'on fait des raies parallèles sur une surface métallique, son pouvoir rayonnant augmente, et cette augmentation est bien plus grande encore si les raies se croisent en divers sens,

EXPÉRIENCE. — *Pourquoi les vases d'argent conservent les mets plus longtemps chauds que ceux de terre brunâtre.*

D'après le principe que nous avons émis, il est évident que la surface polie de l'argent rayonnera beaucoup moins de chaleur que celle des vases de terre enduite d'une couleur brune ou noirâtre; or, dans le premier cas, comme il y a moins de rayonnement et de déperdition de calorique, les mets conservent plus de chaleur.

EXPÉRIENCE. — *Pour démontrer le rayonnement du calorique.*

On place à deux ou trois mètres de distance, deux miroirs concaves paraboliques vis-à-vis l'un de l'autre, et l'on met un corps très-chaud, comme un boulet de canon, au foyer de l'un, et à celui de l'autre l'une des boules d'un thermomètre différentiel, tandis que l'autre boule se trouve placée vers les deux foyers. Tout étant ainsi disposé, on ne tarde pas à s'apercevoir que la boule placée au foyer marque une élévation de température bien supérieure à celle qui est entre les deux foyers, laquelle est dans le rapport de 8 à 1° C.

L'expérience a démontré que le calorique rayonne et se disperse en raison inverse du carré des distances, comme l'électricité, la lumière et toutes les actions centrales.

L'EXPÉRIENCE. — *Pour enflammer le soufre, la poudre à canon, etc., en plaçant le feu à 2 mètres 60 centimètres de distance.*

Si, dans l'expérience précédente, on place à l'un des foyers des charbons incandescents, et à l'autre de l'amadou, de la poudre à canon, du soufre, du phosphore, etc., le calorique

qui sera lancé par l'autre miroir sur le foyer de celui-ci, en élèvera tellement la température, que l'inflammation de ces combustibles aura lieu.

D'après tout ce qui a été observé sur le rayonnement du calorique, il est prouvé :

1° Que tous les corps en rayonnent dans les fluides aériformes et dans le vide, mais non dans les liquides ni les solides ;

2° Que le rayonnement du calorique est en raison directe de la température des corps et de leur surface ; enfin, que les corps en lancent à toutes les températures pour se mettre en équilibre de calorique ;

3° Que les surfaces métalliques, blanches et bien polies, n'en rayonnent presque point ;

4° Que celles qui ne sont pas polies, mais rugueuses, ainsi que celles qui sont enduites d'une couche noire, rayonnent huit fois plus de calorique que celles qui sont blanches et bien polies.

Réflexion du calorique.

Les rayons calorifiques qui émanent d'un corps chaud sont réfléchis par les surfaces polies sur lesquelles ils tombent et se relèvent en faisant un angle de réflexion égal à l'angle d'incidence ; le pouvoir *réfléchissant* est en raison inverse du pouvoir rayonnant : ainsi, les corps qui rayonnent le plus, sont aussi ceux qui réfléchissent le moins.

Pouvoir réfléchissant de quelques substances.

Cuivre jaune.	100
Argent.	90
Etain en feuille.	80
Acier.	70
Plomb.	60
Verre.	10
Verre huile.	5
Noir de fumée.	0

EXPÉRIENCE. — *Mesurer les degrés du calorique libre.*

On mesure le degré de température des liquides et des gaz au moyen des instruments connus sous le nom de *thermomètres*, lesquels sont liquides, à air, ou solides.

Thermomètres liquides. — Nous n'entrerons point ici dans le détail de leur construction ; il a trouvé place dans le *Manuel de Physique*, de *l'Encyclopédie-Roret*. Nous nous contenterons de dire qu'ils sont basés sur la dilatation de l'alcool ou du mercure bien purs ; ce dernier liquide doit être

préféré au premier, parce qu'il réunit les conditions essentielles de n'entrer en ébullition qu'à une température plus élevée que celle de l'eau; d'être plus sensible à l'action du calorique, à cause de sa plus grande conductibilité et de son peu de capacité pour la chaleur. Cependant, pour indiquer les degrés de froid au-dessous de 40°, les thermomètres à esprit-de-vin sont indispensables, parce que le mercure se congèle à cette température. La graduation centigrade est généralement adoptée; elle est fondée sur deux degrés de température constants, qu'il est facile d'opérer, celui de la fusion de la glace indiqué par 0, et celui de l'ébullition par 100. L'intervalle de l'un à l'autre point est divisé en 100 parties qui forment chacune un degré : ces mêmes divisions sont continuées au-dessus et au-dessous de 0. Celles qui sont au-dessus sont marquées du signe —, et celles qui sont en dessous de celui de +.

EXPÉRIENCE. — *Mesurer par une seule opération, la température de deux milieux.*

Thermomètres à air. — Si la pression atmosphérique était invariable, ces thermomètres devraient être préférés à tous les autres, à cause de la dilatation uniforme de tous les gaz. La construction de ce *thermomètre différentiel* ne peut qu'indiquer des différences de température. Il se compose d'un tube recourbé en U (fig. 89, pl. 2), qui a une boule à l'extrémité de chaque branche A B; une petite quantité d'acide sulfurique remplit une des branches verticales, la partie horizontale du tube et quelques millimètres de l'autre branche où l'on trouve indiqué le point 0; au-dessus sont marqués 100°, dont 10 équivalent à 1° C. Quand on veut mesurer exactement la différence de température de deux milieux, on place la boule de l'autre branche, dite *focale*, dans le plus chaud; l'air de cette boule se dilate et fait monter d'autant plus l'acide dans la branche graduée, que sa température est plus élevée.

EXPÉRIENCE. — *Nouveau thermomètre métallique de Juergensen.*

Voici la description de ce thermomètre qui paraît reposer sur les mêmes principes que celui de M. Breguet. Une lame très-mince, formée de deux métaux, acier et laiton, soudée face à face au moyen d'un troisième métal dont la dilatation est intermédiaire à celle des deux autres, et pliée en forme de fer à cheval, de telle manière que les deux bout sont parallèles. La lame étant fixée par une de ses extrémités, l'au-

tre extrémité s'en rapprochera ou s'en éloignera pour obéir aux dilatations inégales des métaux qui composent cette lame. L'extrémité mobile, pressant contre un bras du levier, fera, par un mécanisme quelconque, mouvoir une aiguille sur la circonférence d'un cercle gradué, et indiquera de cette manière les degrés de la température.

Ce thermomètre doit être moins sensible que celui de M. Breguet, 1° à cause des frottements du premier que n'a pas celui de ce dernier ; 2° parce qu'il est limité dans ses mouvements ; 3° parce que les métaux que ce dernier emploie sont : l'argent, l'or et le platine, qui ne s'altèrent pas à l'air humide, tandis que l'acier et le cuivre, employés par M. Juergensen s'oxydent.

EXPÉRIENCE. — *Pour mesurer les hautes températures.*

On recourt pour cela à des instruments nommés *pyromètres*. Un des plus connus est celui de Wedgwood ; il est basé sur la propriété qu'a l'argile de prendre du retrait lorsqu'elle est exposée à une haute température. Il est donc évident que, plus elle aura pris de retrait, plus elle aura été exposée à une chaleur élevée. Cet instrument se compose de deux règles en cuivre, convergentes et divisées en degrés. On y met un cylindre d'argile préparé qu'on a fait cuire à une chaleur rouge ; on le place ou dans le fourneau ou dans la substance en fusion dont on veut reconnaître la température ; on le laisse refroidir et on l'introduit entre les deux règles : plus il a pris du retrait, plus il s'enfonce, et plus il marque de degrés. Le 0 de cet instrument correspond à 580°,55° C. ; celui de la fusion du fer à 1750° C. Chaque degré de ce pyromètre est évalué à 72°,22° C.

On attribuait le retrait qu'éprouve l'argile par la chaleur, à la perte d'une partie de l'eau qu'elle contient. Pour les basses températures, cette opinion est exacte, mais il n'en est pas de même pour les hautes. De Saussure a reconnu qu'un cylindre d'argile pyrométrique, pesant 1 gramme 72, chauffé à 29°, avait perdu 0,132 millig., et que, de ce degré jusqu'à celui de 170, il ne perd plus rien de son poids, quoiqu'il diminue d'un quart de son volume. Thénard pense que le retrait de l'argile, dans les hautes températures, doit être attribué à la combinaison plus intime de ses éléments.

THERMO-MULTIPLICATEUR. *Instrument destiné à reconnaître et apprécier les plus petites sources de chaleur, par* NOBILI *et* MELLONI.

Le thermo-multiplicateur est une espèce de thermoscope

dont la première idée appartient à Nobili, qui y consacra une note dans la bibliothèque universelle de Genève. Depuis, cet instrument a reçu de nombreux perfectionnements, au point qu'il peut servir maintenant à découvrir les plus faibles sources de chaleur. Sa sensibilité est telle qu'il est affecté par la chaleur naturelle d'une seule personne placée à la distance de 8 mètres 12 centimètres à 9 mètres 75 centimètres. Les premières experiences eurent pour objet de comparer la sensibilité des thermo-multiplicateurs avec celle des thermoscopes ordinaires; elles ne sont pas complètement décisives, à cause de l'imperfection des thermoscopes que Nobili et Melloni avaient à leur disposition; mais elles ont donné lieu d'apercevoir une imperfection grave dans les instruments dont on s'est servi jusqu'à ce jour, pour mesurer les petites quantités de chaleur rayonnante. Quand on expose une lame de verre au soleil ou à toute autre source de rayons calorifiques, des rayons qui arrivent à la face inférieure, une partie traverse directement toute l'épaisseur du verre, l'autre s'y arrête dans les premières couches, s'y accumule jusqu'à ce qu'elle ait acquis un certain degré de force, et se propage ensuite de proche en proche jusqu'à la face postérieure. On sait de plus que la première partie est d'autant plus petite, par rapport à la seconde, que la température de la source calorifique est moins élevée; d'où il résulte évidemment que, si les rayons proviennent d'une source très-faible, leur passage à travers devient sensiblement nul; or, tous les thermoscopes, étant revêtus d'une cage en verre, sont, pour cela même, dans une circonstance très-défavorable paur apprécier de petites quantités de chaleur rayonnante; surtout quand le corps échauffant ne fait que passer devant l'appareil. Ce défaut n'existe point dans le thermo-multiplicateur, et des expériences ont montré qu'il indiquait le passage momentané d'un corps légèrement chauffé, tandis que le thermoscope de Rumfort y restait complètement insensible.

D'autres expériences ont servi à déterminer la rapidité du passage de la chaleur rayonnante à travers les corps transparents. En général, la perméabilité des corps aux rayons calorifiques semble dépendre de leur degré de transparence, et cette relation a semblé constante pour les premières substances soumises aux expériences; savoir : le sulfate de chaux, le mica; l'huile, l'alcool et l'acide nitrique; mais cette loi s'est montrée tout-à-fait en défaut à l'égard de l'eau. Ce liquide, en effet, ainsi que l'ont constaté Melloni et Nobili, intercepte le passage instantané des rayons calo-

rifiques et l'intercepte complétement, de telle sorte que, quelque mince que soit la couche de liquide, quand un pareil diaphragme est interposé, on peut faire passer un boulet rouge à une assez petite distance, sans que l'aiguille varie en rien. Il était difficile, après avoir observé la perméabilité instantanée de l'alcool, de l'huile et de l'acide nitrique, de croire que la non-perméabilité de l'eau ne dépendît pas de son état de liquidité; cependant, les expériences ont été faites avec de l'eau à l'état solide, et elles ont produit les mêmes résultats. Cette propriéte de l'eau semble donc tenir à sa composition chimique et non à son état physique.

EXPÉRIENCE. — *Pour constater l'uniformité de la dilatation des gaz et de l'air.*

Pour reconnaître la dilatation de l'air, on prend un tube gradué, d'un petit diamètre, ouvert d'un côté et muni à l'autre d'une boule dont on ait reconnu la capacité, ainsi que celle du tube. On fait passer dans ce tube un peu de mercure, tant pour renfermer l'air de la boule et d'une partie du tube, que pour servir d'index; on met ensuite ce tube dans une petite cuve en bois, près du fond; on l'arrange de telle manière que la portion comprise depuis l'index jusqu'à l'extrémité soit en dehors. Après ces dispositions, on couvre de glace fondante toute la partie du tube qui est dans la cuve, ainsi que la boule. L'air alors se condense, occupe moins de volume, et le mercure descend. On marque alors soigneusement le point où il s'arrête, qui sera 0; on met ensuite de l'eau à 19 degrés dans la cuve, et successivement de nouvelle eau de 10 à 20, de 20 à 30, ainsi jusqu'à 100° C. On remarque alors, par l'élévation de l'air dans le tube gradué, que la dilatation qu'il a éprouvée en passant de 0° à 100° est de 0.375 de son volume, et par chaque centigrade 1/2 66,67 du volume qu'il occupait à 0, sous la pression atmosphérique. on a reconnu que les gaz se dilatent également de 1/2 66,67 en opérant avec des tubes comparatifs, dans l'un desquels on introduisait de l'air et dans les autres les divers gaz. Cette dilatation est également la même pour les vapeurs.

EXPÉRIENCE. — *Pour démontrer la dilatabilité des solides.*

Prenez un anneau de fer dans lequel entre juste une balle de ce même métal; si vous faites chauffer cette balle et que vous la présentiez alors à cet anneau, elle aura augmenté de volume au point de ne pouvoir y entrer que lorsqu'elle sera refroidie.

On mesure la dilatation des solides au moyen d'une tige métallique qu'on chauffe, laquelle, en se dilatant, comprime un levier qui, se combinant avec des rouages, fait tourner une aiguille autour d'un cercle gradué.

EXPÉRIENCE. — *Pour expliquer le retard des horloges en été, et pourquoi elles avancent en hiver.*

D'après ce que nous avons dit de la dilatation des corps par le calorique, il est évident que la verge de fer qui tient le pendule doit, suivant la température atmosphérique, s'allonger ou se raccourcir, et, retardant ainsi ou accélérant les oscillations, causer des inégalités dans l'indication des heures. C'est ce qui a réellement lieu, puisqu'en été le pendule s'allongeant, les horloges retardent, tandis que, se raccourcissant en hiver, elles avancent.

EXPÉRIENCE — *Pour frapper des médailles et des monnaies au moyen de la dilatation.*

Ce procédé consiste à placer une barre de fer par ses extrémités, entre deux murs résistants, et la médaille ou pièce à graver au milieu des poinçons qu'on doit mettre entre le mur et l'une des extrémités de la barre ; en chauffant alors cette barre et la portant à la chaleur rouge, elle se dilate au point que les poinçons pénètrent fortement dans le disque métallique.

EXPÉRIENCE. — *Pour produire de très-belles sculptures et figures sur bois, par la dilatation.*

Prenez un morceau de bois sec et très-sain, tel que le buis, le chêne, etc.; appliquez sur sa surface un poinçon sur lequel sera tracé en relief votre dessin, et, par une forte pression, faites-le pénétrer à quelques millimètres dans le bois. Rabotez alors jusqu'à ce que cette surface paraisse unie; plongez-la ensuite dans l'eau bouillante, et bientôt vous verrez paraître en relief les objets que vous avez voulu représenter en sculpture.

L'explication de ce fait est très simple : par la compression, vous pressez les molécules ligneuses les unes contre les autres de manière à leur faire occuper un espace moindre. Quand la partie ligneuse non comprimée est rabotée et la surface par conséquent égale, il en résulte que, sur tous les points comprimés, il y a beaucoup plus de molécules ligneuses, quoique n'offrant qu'une même épaisseur. Or, quand l'eau bouillante agit sur le bois, ces molécules comprimées se dilatent, et, s'élevant au-dessus de la surface,

représentent les objets qui ont agi sur elles. C'est ainsi qu'on fait les tabatières en bois sculptées et autres objets semblables. Cette connaissance de la dilatation du bois date de temps immémorial, surtout comme force motrice; on s'en sert avec succès pour diviser des blocs de pierre. Il suffit, pour cela, de prendre des coins de bois et de les faire bien sécher au feu : on les introduit alors avec force dans des entailles faites aux rochers, et on les arrose avec l'eau bouillante : la dilatation devient si forte que le rocher éclate. Avant la découverte de la poudre à canon on n'employait pas d'autre moyen.

EXPÉRIENCE. — *Démontrer la dilatation du verre.*

Choisissez un matras dont la boule ait la dimension d'une orange, et le tube 162 millimètres de longueur sur 7 millimètres de diamètre; remplissez cette boule, ainsi qu'une partie du tube, d'une liqueur colorée, et marquez soigneusement sa hauteur. Plongez la boule dans l'eau bouillante, et vous verrez la liqueur descendre aussitôt dans le tube et très-bas; bientôt après, si vous la retirez de l'eau, elle remonte même au-dessus de la marque.

L'effet qui a lieu dépend de ce que, lors de l'immersion dans l'eau bouillante, la boule, se dilatant, acquiert plus de capacité, ce qui fait que la liqueur du tube doit descendre pour la remplir; lorsque vous la retirez de l'eau, elle se refroidit, et, revenant à son état primitif, la liqueur remonte nécessairement, même au-dessus de la hauteur qu'elle avait, à cause de la dilatation que lui fait éprouver le calorique qu'elle a absorbé.

Chaleur latente.

Il est un fait bien constaté, c'est que, lorsqu'un gaz passe à l'état liquide, il abandonne du calorique qui, se portant sur les corps environnants, en élève la température. C'est sur ce principe qu'est appliquée la vapeur de l'eau au chauffage des maisons, des bains, à l'évaporation des liquides, etc. Mais nous devons faire ici une remarque importante, c'est que, malgré que les vapeurs, qui ont fait le sujet des principales investigations, ne marquent que 100° au thermomètre centigrade, cependant, elles contiennent une bien plus grande dose de calorique qui, n'étant pas sensible au thermomètre, est appelé *chaleur latente*. Nous allons en donner des exemples.

Chaleur latente de la vapeur d'eau.

La vapeur d'eau ne fait monter le thermomètre C° qu'à

100°; si elle ne contenait pas de chaleur latente, il est évident qu'en en faisant passer un kilogramme dans un kilogramme d'eau à 0, on aurait 2 kilogrammes d'eau à 50; c'est ce qui n'a pas lieu; car, au moyen d'un kilogramme de vapeur d'eau, l'on parvient à élever 5 kil. 25 d'eau de 0 à l'ébullition, ce qui donne 6 kil. 25 d'eau à 100° C.; au reste, voici les principaux résultats relatifs à la chaleur latente de l'eau, qui ont été trouvés par les auteurs suivants :

Watt (1781).	510 C°
Southern (1803).	507, 22
Lavoisier.	537, 77
Rumford.	560, 44
Le Dr And. Ure (1818).	519, 94
Moyenne.	526, 94

Chaleur latente de quelques autres substances, par le docteur Ure.

Vapeur de	Poids spécifique.	Chal. lat. en degrés cent.
Vinaigre.	1,007,	468,33
Ammoniaque liquide. .	0,978,	447,33
Acide nitrique. . . .	1,494,	277,72
Alcool.	0,825,	227,77
Ether sulfurique (ébull. à 44°,44)	de	150 à 298
Pétrole.		81,84
Huile de térébenthine.		81,04

EXPÉRIENCE. — *Pour démontrer le calorique latent des corps.*

Prenez une partie de glace en poudre à 0°, ou mieux, de neige; placez-la dans un vase dont la température aura été portée également à 0°, et versez dessus une partie d'eau à 75° C., vous obtiendrez bientôt après deux parties d'eau à 0°, au lieu d'être à 35°. Il est donc évident qu'une partie de glace à zéro absorbe et rend latente, pour se fondre, la quantité de calorique propre à porter une partie d'eau de 0° à 75 c°; le même effet n'a pas lieu si l'on prend de l'eau à 0° et qu'on la mêle avec son poids d'eau élevée à diverses températures; dans ce cas, le tout est porté à moitié température de l'eau chaude; ainsi, si elle était à 50 c°, la moyenne est 25.

Ce calorique, que la glace rend latent en se fondant, explique la longueur du temps qui est nécessaire pour la fonte des glaces, quoique la température de l'air soit assez élevée pour que cette fusion eût lieu tout-à-coup sans cette cause.

EXPÉRIENCE. — *Pour démontrer que, lorsqu'un liquide commence à bouillir, sa température ne s'élève plus.*

D'après l'expérience précédente, il est évident que lorsqu'un liquide commence à bouillir, quelque vive que soit l'ébullition, sa température ne change point; mais l'excédant de calorique est employé à le faire passer à l'état de vapeur, laquelle rend ce calorique latent; en voici la preuve.

Prenez un vaste matras, remplissez-le à moitié d'eau distillée, dans laquelle vous plongerez un thermomètre; placez un autre de ces instruments dans la partie supérieure, hors de l'eau, et portez ce liquide à l'ébullition. Dès-lors la vapeur d'eau chassera l'air, remplira l'espace qu'il occupait, et le thermomètre suspendu dans ce milieu et celui que vous aurez mis dans l'eau marqueront également 100°.

Tous les liquides, en passant à l'état de vapeur, prennent une grande expansion : celle de l'eau a été reconnue par Gay-Lussac être égale à 1700 fois le volume qu'elle a à + 4°.

C'est cette grande expansibilité qui a fait employer la vapeur d'eau comme une puissante force motrice pour les machines à vapeur, les bateaux et les presses à vapeur, pour lancer les projectiles, etc.

Nous allons joindre ici un tableau de la température à laquelle quelques liquides se réduisent en vapeurs.

Degré de calorique auquel les liquides entrent en ébullition et se réduisent en vapeurs.

Ether à.	37	78
Carbure de soufre	45°	»
Alcool	78	05
Eau.	100	»
Essence de térébenthine.	157	77
Acide hydrochlorique.	111	11
Acide nitrique.	115	55
Acide sulfurique d'un poids spécifique de 1,30.	115	55
A son plus grand état de concentration.	318	»
Huile de lin.	336	66
Mercure.	347	»

Degré de température auquel certains liquides se congèlent.

Ether sulfurique	— 43	33° C.
Alcool à 20.	— 21	66

Eau à.	0	»
Eau de mer à.	— 6	»
Mercure à	— 39	44
Essence de térébenthine à.	— 10	»
Huile d'olive à	+ 2	22
Vins généreux.	— 6	66
Vinaigre.	— 2	22
Idem concentré.	— 10	»
Acide nitrique, poids spéc. 1,424. .	— 43	55
Acide nitrique, poids spéc. 1,407. .	— 34	55
Acide nitrique, poids spéc. 1,388. .	— 27	83
Acide sulfurique, poids spéc. 1,641. .	— 42	77
Acide sulfurique, poids spéc. 1,806. .	— 32	22
Lait.	— 1	11
Ammoniaque.	— 43	33
Acide hydrocyanique pur de 15,55 à. .	— 15	»
Sang.	+ 3	89

Pour plus de développements, on peut consulter les tables du *Manuel de Chimie*, de l'*Encyclopédie-Roret*. Nous nous bornerons à faire observer que l'ébullition a lieu à un degré de température d'autant plus inférieur que la pression atmosphérique est moindre, et que, par conséquent, elle s'opère sur les montagnes très-élevées à un degré de chaleur qui est en raison inverse de leur élévation.

EXPÉRIENCE. — *Plonger la main dans le plomb fondu sans se brûler.*

On fait fondre du plomb dans une capsule de fer, et on y plonge la main ou le doigt avant que tout le métal soit fondu.

L'on a déjà vu que le calorique tendait à se mettre en équilibre dans tous les corps. Or, dans la fusion, au lieu de s'accumuler dans les molécules fondues, il se porte sur celles qui ne le sont point encore, et leur soustrait de la chaleur. Aussi remarque-t-on qu'on ne saurait, sans le plus grand danger, tenter la même expérience lorsque le métal est complétement fondu. Cette connaissance est également applicable à l'emploi des chaudières en plomb qui ne fondent nullement tant qu'elles contiennent un liquide, quoiqu'elles soient exposées à une température supérieure à celle de leur fusion, parce qu'alors le calorique ne fait que les traverser pour se porter sur le liquide. Le contraire a lieu si elles n'en contiennent plus, ou qu'il se forme un dépôt sur un point qui intercepte le contact de la chaudière avec la liqueur; dès-lors elle fond.

EXPÉRIENCE. — *Rendre leur fraîcheur aux fleurs fanées.*

Lorsque les fleurs ont resté quelque temps dans l'eau, elles commencent à se faner; on les rétablit presque toutes en les plaçant dans l'eau bouillante jusqu'à la hauteur de la tige : au bout du temps nécessaire pour le refroidissement de l'eau, les fleurs se redressent et reprennent toute leur fraîcheur.

EXPÉRIENCE. — *Démontrer le calorique spécifique du corps.*

On donne le nom de *calorique spécifique* à celui que les divers corps absorbent pour, sous le même poids, s'élever d'un même nombre de degrés ; on emploie aussi, pour exprimer cette différence, les mots de *capacité pour le calorique*. L'expérience a démontré que tous les corps de la nature contiennent différentes quantités de chaleur spécifique.

EXPÉRIENCE. — *Calorique spécifique des corps de même nature et sous le même état.*

Mêlez ensemble deux mesures d'un même gaz, inégales en température, mais égales en poids; la température de ce mélange sera au-dessus de la moyenne des deux gaz.

Il résulte de cette observation, que la capacité des gaz pour le calorique augmente avec leur température, lorsqu'ils peuvent se dilater.

EXPÉRIENCE. — *Calorique spécifique des corps de même nature et sous des états différents.*

Nous avons déjà vu que, si l'on prenait 500 grammes de glace à 0° et 500 grammes d'eau à 75° C., on obtenait 1 kilogramme d'eau à 0°. Maintenant, si vous mêlez 500 grammes de glace à — 10° avec 500 grammes d'eau à 90°, le kilogramme d'eau aura une température de + 3° ; or, il aura suffi de 9° de calorique pour élever celle de la glace à — 10° à 0°, d'où il s'ensuit que la chaleur spécifique de la glace est à celle de l'eau : : 9 : 0.

EXPÉRIENCE. — *Calorique spécifique des corps de nature différente.*

Prenez 1 kilogramme de mercure à 0° et plongez-le dans 1 kilogramme d'eau à 34° ; la température à laquelle s'élèvera le mélange sera 33°, d'où il résulte qu'il faut la même dose de calorique pour élever la température de l'eau d'un degré que pour élever le mercure de 33 ; et que, par conséquent, la chaleur spécifique du premier est à celle du second corps :: 33 : 1.

On peut, en multipliant et en variant ces mélanges, reconnaître la capacité pour le calorique d'un grand nombre de corps. Il arrive souvent qu'en les unissant ainsi, leur température moyenne augmente ou s'abaisse fortement, surtout s'ils exercent entre eux quelque action chimique.

Pouvoir absorbant des corps pour le calorique.

C'est un principe fondamental que, dans le corps de même nature, les pouvoirs absorbant et rayonnant suivent la même loi; ce qui veut dire, en d'autres termes, que les corps qui ont le plus de pouvoir rayonnant ont aussi le plus de pouvoir absorbant.

EXPÉRIENCE.

Si l'on prend deux tas de neige, et que l'on en couvre un d'un morceau de drap blanc, et l'autre d'un morceau de drap noir, la fonte de la neige s'opèrera bien plus promptement sous ce dernier que sous le premier.

EXPÉRIENCE. — *Pourquoi un habit noir tient plus chaud au soleil?*

Cette explication tient au même principe. Ainsi, il est bien évident qu'au soleil un habit noir, un chapeau, des bas, etc., de même couleur, absorbent beaucoup plus de calorique que ces mêmes vêtements étant blancs; il y a donc plus de concentration de calorique sur le corps. Par la même raison, ces vêtements sont froids à l'ombre, parce qu'ils rayonnent beaucoup plus de calorique que les autres, et que, dans cette circonstance, ils en absorbent peu.

Cette théorie s'applique également aux murs des espaliers; lorsqu'ils sont blanchis ils absorbent beaucoup moins de calorique, et en réfléchissent davantage; ce qui accélère beaucoup la maturation des fruits. Cette méthode s'applique également aux murs des grandes salles, etc.

EXPÉRIENCE. — *Conductibilité du calorique.*

On donne le nom de *conductibilité du calorique* à la propriété qu'ont les corps de lui livrer passage plus ou moins promptement. Ainsi, lorsqu'on place sur des charbons ardents une tige métallique, une baguette de verre et une de charbon, la chaleur du métal devient bientôt telle qu'on ne peut plus la tenir, tandis qu'on n'éprouve qu'une faible chaleur avec celle de verre et aucune avec celle de charbon. L'on conclut de ces faits que les métaux sont de meilleurs conducteurs de calorique que le verre, et que le charbon l'est beaucoup moins que ces deux substances.

EXPÉRIENCE. — *Pourquoi la laine tient-elle chaud, et la toile frais?*

La laine, la soie, le coton, les fourrures, etc., sont de mauvais conducteurs du calorique, tandis que le lin et le chanvre lui livrent facilement passage. Il est donc évident qu'en s'habillant de laine, de coton, ou en se couvrant de fourrures, on concentrera le calorique sur le corps, attendu qu'ils en sont de mauvais conducteurs, tandis que le lin et le chanvre, s'en laissant pénétrer facilement, tendent à mettre la chaleur du corps humain en équilibre avec celle de l'air.

EXPÉRIENCE. — *Faire bouillir de l'eau, de l'esprit-de-vin et de l'éther sans le secours du feu.*

Si l'on prend une partie d'eau à 10° et 4 d'acide sulfurique marquant 66°, et qu'après les avoir mêlés, on y plonge ensuite un tube de verre contenant un peu d'eau, ou de l'alcool, ou de l'éther, ces liquides ne tardent pas à entrer en ébullition.

EXPÉRIENCE. — *Enflammer un liquide froid au moyen d'un liquide froid.*

Versez dans de l'essence de térébenthine de l'acide nitrique et de l'acide sulfurique très-concentrés, il se produira aussitôt une vive inflammation. Ordinairement on fait cette expérience avec l'acide nitrique contenant vingt gouttes d'acide sulfurique par 30 grammes. Cet effet est dû à ce que la capacité de ce mélange pour le calorique diminue à tel point, que celui qui s'en dégage est suffisant pour enflammer l'essence de térébenthine.

EXPÉRIENCE. — *Enflammer un métal en le jetant dans l'eau froide.*

Si l'on projette du potassium (métal extrait de la potasse) sur l'eau, il se roule en globules de feu à sa surface, avec un dégagement bien marqué de calorique et de lumière.

Dans cette action, l'eau est décomposée, et la chaleur qu'acquiert le métal est telle qu'elle rougit et enflamme l'hydrogène qui est mis à nu : d'autre part l'oxgène se porte sur le potassium et le convertit en deutoxyde.

Cette expérience est propre à faire distinguer le potassium du sodium. Ce dernier métal ne s'enflamme en effet dans l'eau que lorsque la température de ce liquide est portée au-dessus de 40 c°; dans ce cas, il devient beaucoup plus lu-

mineux que le potassium, et décompose, à poids égal, une plus grande quantité d'eau. (Voyez *le Manuel de Minéralogie*, de l'*Encyclopédie-Roret*.)

EXPÉRIENCE. — *Inflammation de la poudre par le choc du laiton.*

On avait, jusqu'à présent, éloigné le fer de la construction des machines, ustensiles et bâtiments des poudreries, comme étant sujet à étinceler par le choc, et l'on avait recommandé le laiton comme un métal qui ne présente pas cet inconvénient. M. le colonel d'artillerie Aubert a reconnu que le choc du laiton sur du laiton peut produire l'inflammation de la poudre. En présence du comité consultatif des poudres, il a été constaté : 1° qu'il y a inflammation au choc de fer contre fer; 1° du fer contre laiton; 3° du laiton contre laiton; 4° du fer contre marbre; 5° du plomb contre plomb ou contre bois, quand le choc est produit par une balle de plomb lancée par une arme à feu. On n'a pas réussi à enflammer la poudre par le choc d'un marteau de fer contre du plomb.

EXPÉRIENCE. — *Pour déterminer le calorique spécifique des corps.*

Nous avons déjà dit que les corps soumis à une même température, et pendant un même espace de temps, absorbaient plus ou moins de calorique; on peut mesurer cette quantité au moyen de l'appareil suivant, qui est dû à MM. Lavoisier et Laplace, et qui porte le nom de *calorimètre*. Trois capacités concentriques en fer-blanc le composent, à l'exception de l'intérieur G, qui consiste en un grillage en fil-de-fer soutenu par des montants de ce métal; elle est munie d'un couvercle creux HH dont le fond est percé de trous, et elle reçoit le corps dont on veut reconnaître la quantité de calorique. La capacité intermédiaire FF'F'' renferme de la glace sur laquelle ce corps chaud doit agir; à sa partie inférieure se trouve une grille de fer II', et un peu plus bas un tamis LL''', pour retenir les glaçons qui pourraient traverser la grille; au-dessous de ce tamis est le robinet M destiné à donner issue à l'eau provenant de la glace fondue, laquelle est reçue dans le vase N. La capacité extérieure EE'E''E''' contient aussi de la glace, afin d'empêcher que l'air n'agisse sur la glace de la capacité moyenne; elle a un robinet O propre à l'évacuation de l'eau fondue par l'air; elle est recouverte d'un chapeau creux PP, percé sur les côtés. On y met de la glace, ainsi que dans celui de la capacité intérieure. On peut voir la coupe de cet appareil dans

la planche 2 du *Manuel de Physique*, de l'*Encyclopédie-Roret*, fig. 51.

Lorsqu'on veut faire cette expérience, on remplit de glace à 0° les capacités, et on laisse égoutter soigneusement l'eau fondue en tenant les robinets ouverts; on ferme ensuite celui en M, et on met dans la capacité intérieure de fil-de-fer le corps à éprouver, après qu'on l'a pesé soigneusement et qu'on a porté sa température à 100°, en le tenant plongé pendant un quart-d'heure dans l'eau bouillante. On laisse le tout en cet état pendant environ vingt heures; au bout de ce temps, on ouvre le robinet M et l'on recueille soigneusement l'eau obtenue, qu'on pèse avec exactitude.

En répétant cette expérience avec divers corps sous un même poids et portés à la même température, si le n° 1 a produit deux parties d'eau; n° 2, 3; n° 3, 5; n° 4, 8; l'on aura pour résultat cette connaissance, que leur capacité pour le calorique est : : 2 : 3 : 5 : 8.

Si les corps qu'on veut soumettre à cette épreuve sont liquides, ou qu'ils puissent exercer une action sur la glace, on les enferme dans un vase duquel on a reconnu le calorique spécifique. On peut également déterminer le calorique spécifique des gaz, ainsi que celui qui est produit par la combustion, etc., au moyen des calorimètres à eau de MM. de Rumford, Bérard et Delaroche, dont on trouvera la description et les moyens de s'en servir, dans le *Manuel de Chimie*, de l'*Encyclopédie-Roret*, et dans les meilleurs ouvrages élémentaires en ce genre.

EXPÉRIENCE. — *Pour déterminer la température de la terre à diverses profondeurs.*

La question de la température de la masse interne du globe est une des plus importantes de la géologie. Un grand nombre d'expériences ont été faites pour l'éclaircir, et les plus positives s'accordent jusqu'ici à nous présenter la température des différentes couches terrestres, comme augmentant, suivant une loi à peu près constante, à mesure que ces couches sont à des profondeurs plus considérables. Ces observations étaient sujettes à quelques difficultés : car c'était dans les mines qu'elles avaient été faites, et, malgré toutes les précautions prises par les observateurs, on pouvait craindre que la température élevée de couches profondes ne fût, au moins en partie, le résultat du séjour des ouvriers, des feux qu'ils allument, etc. D'un autre côté, les communications établies avec l'extérieur avaient pu être une cause d'erreur en sens contraire. Pour s'en convaincre, M. Arago

a eu l'heureuse idée de prendre la température des sources situées à des profondeurs connues, comme moyen d'arriver à la connaissance de la température des couches avec lesquelles elles sont en contact. Ce physicien a recueilli des renseignements en divers lieux, d'après lesquels il est démontré que la terre acquiert un degré d'augmentation de chaleur par 32 mètres 50 cent. de profondeur. Ces observations ont été faites dans différents pays, et sur des sources situées à toutes les profondeurs. Comme ce résultat est absolument le même que celui auquel avaient conduit les observations faites dans les mines les plus profondes, tout porte à croire que des faits ultérieurs ne feront que le confirmer.

EXPÉRIENCE DE M. PHILIPS.

M. Philips a fait quelques observations sur la température du sol à une grande profondeur : il a profité de l'occasion fournie par un puits creusé à Month-Wearmouth, près Newcastle, pour l'extraction du charbon de terre ; le puits a 3 mètres 90 cent. de diamètre et 514 mètres 80 cent. de profondeur, là, sont percées quatre galeries qui se coupent à angle droit, et sont établis de fort courants d'air pour emporter le gaz hydrogène qui se dégage abondamment ; des thermomètres bien comparés entre eux, et préalablement chauffés à 25°, furent placés dans différents trous creusés dans le charbon : après une demi-heure du séjour,

Un de ces thermomètres marqua.	18°	89
Le second.	20	56
Le troisième.	20	89
Le quatrième.	21	67

Différence uniquement due à la ventilation. La température de l'air était partout de 16°, 67.

Le résultat des investigations de M. Philips est que, terme moyen, l'accroissement de température est de 1° pour chaque 32 mètres 57 cent. de profondeur.

EXPÉRIENCE. — *Moyens pour obtenir le calorique.*

Personne n'ignore que le calorique émane de deux sources, qui sont le soleil et les corps divers.

1° On l'obtient du soleil en recueillant dans une lentille de verre les rayons calorifiques qu'il lance, et projetant, par ce moyen, le faisceau de rayons réunis sur un corps inflammable, tel que l'amadou, la poudre à canon, le phosphore, le soufre, etc. C'est par ce moyen qu'est produite tous les jours à midi la détonnation des canons placés au Jardin-des-

Plantes et au Palais-Royal. Les rayons du calorique recueillis par la lentille circulent vers le milieu de cette sphère métallique à mesure que le soleil s'élève, et, lorsqu'il est au milieu de l'horizon, ils tombent directement sur la mèche, et, en l'enflammant, produisent une détonnation qui annonce l'heure de midi.

2° On extrait le calorique des corps par trois moyens : la combinaison, la compression et le contact Nous avons présenté plusieurs exemples du calorique obtenu par le contact et la combinaison des corps; le briquet pneumatique, la compression de l'eau, nous ont fourni des exemples du calorique produit en comprimant les corps. Nous en offrirons un petit nombre d'autres.

EXPÉRIENCE. — *Faire chauffer au rouge une barre de fer sans feu.*

Frappez à grands coups de marteau une barre de fer, vous parviendrez à l'échauffer au point qu'elle deviendra incandescente. Les forgerons emploient ce moyen quand ils manquent de feu le matin.

EXPÉRIENCE. — *Pour fondre deux alliages métalliques par le frottement.*

Versez dans un creuset, contenant une partie de mercure, deux parties de bismuth, et dans un autre creuset contenant également une partie de mercure, quatre de plomb; faites-les fondre : par le refroidissement, vous obtiendrez deux alliages solides, qu'il suffira ensuite de frotter l'un contre l'autre pour les faire entrer en fusion et les rendre coulants.

EXPÉRIENCE. — *Faire brûler le bois sans le concours du feu.*

Frottez vivement, et pendant quelque temps, un morceau de bois bien sec contre un autre, et vous parviendrez à l'enflammer. C'est par ce moyen que les Indiens allument quelquefois le feu. L'on sait aussi qu'il est arrivé que des voitures trop chargées se sont enflammées à cause de la trop grande pression sur l'essieu, qui en a dégagé suffisamment de calorique pour produire cet embrasement.

EXPÉRIENCE. — *Choc du briquet.*

Cette expérience est si commune qu'elle n'a pas besoin d'être décrite; mais la théorie n'est pas connue de tout le monde. Nous allons en dire un mot. Dans ce cas, comme

dans les deux précédents, on dégage, par la compression une si grande quantité de calorique, que les parcelles de fer que le silex ou pierre à feu détache du briquet entrent en fusion, sont projetées de tous côtés ; et, si l'une d'elles touche l'amadou, il est aussitôt allumé. Si l'on examine ensuite à la loupe les particules de fer, on trouve qu'elles ont forme sphéroïde.

Concentration des rayons solaires au moyen des miroirs.

Depuis très-longtemps on a concentré les rayons solaires au moyen de miroirs ardents et de lentilles qui donnent un degré de chaleur bien supérieur à celui des fourneaux et même des chalumeaux. Nous allons faire connaître les principaux de ces miroirs.

Premier miroir ardent de Villette.

Ce fut dans le XVIIe siècle qu'on s'attacha le plus à la construction des miroirs ardents; les plus puissants de cette époque sont dus à M. Villette, qui en établit cinq sur une très-grande échelle. Le premier de ces miroirs, construit en 1662, avait 663 millimètres de diamètre et pesait environ 50 kilogrammes; sa distance focale était de 1 mètre 27 millimètres. L'image qu'il donnait du soleil avait de 16 à 18 millimètres; il était monté dans un cadre d'acier circulaire, et prenait facilement toutes les positions. Voici les effets qu'il produisait :

	Secondes.
Le bois vert prenait feu en un instant.	
Un petit fragment de fer fondit en . .	40
Une pièce de 75 centimes se trouva percée en	24
Un clou de fer épais fondit en . . .	20
La pointe d'une lame de sabre en . .	43
Un jeton de cuivre fut percé en . .	6
Une pièce de cuivre fondit en . . .	42
Un fragment de vitre, en	45
Un ressort de montre, en	9
Une pièce de mortier, en	52

Ce miroir fut acheté par M. D'Alibert pour 1,500 fr.; le second, par Tavernier, qui l'offrit au roi de Perse.

Troisième miroir de Villette.

Ce miroir, construit en 1670, fut acheté par le roi et placé à l'Observatoire de Paris. C'était une composition métallique, d'une forme sphérique, ayant 1 mètre 164 millimètres de

diamètre, et la calotte sphérique, qui recevait les rayons solaires, avait 10 mètres 90 décimètres carrés; il servait à la fois de miroir convexe et de miroir concave, ses deux faces étant polies avec le plus grand soin; son poids était de 196 kilogrammes. Les rayons qu'il recevait donnaient un foyer de 14 millimètres de diamètre, à la distance de 1 mètre 137 millimètres du fond du miroir; et, comme l'intensité du miroir est à celle que répand l'astre, comme la surface du miroir est à l'aire du cercle peint au foyer, on trouve que le miroir ayant en nombre rond 1 mètre 164 de diamètre, et le foyer 14 millimètres, la chaleur développée au foyer était 7,396 fois celle que répandait le soleil au même moment. Ce résultat paraît extraordinaire; mais il faut avouer qu'on a supposé que tous les rayons étaient réfléchis, ce qui n'est qu'à peu près vrai, puisque le miroir était sphérique; de plus, il n'était pas tout-à-fait sans inégalités; d'ailleurs, le métal absorbe une certaine quantité de chaleur. Quoi qu'il en soit, il produit des effets surprenants.

Tous les combustibles, houille, bois, tourbe, etc., prenaient feu en un instant, même le bois vert. Les métaux et les terres fondaient en une minute; il calcinait le os, vitrifiait des tuiles, l'argile, le sable, les creusets, etc.

Cinquième miroir de Villette.

Celui-ci fut envoyé en Angleterre, où on le montrait au public; il était formé de cuivre, d'étain et de bismuth; sa réflexion donnait une teinte jaunâtre; la largeur de ce miroir était de 1 mètre 272 centimètres; son rayon de courbure de 2 mètres 59 centimètres; sa distance focale de 1 mètre 29 centimètres, et le diamètre de l'image solaire de 10 millimètres; de sorte que la chaleur développée au foyer était théoriquement 17,257 fois celle que répandait le soleil au moment même.

En juin 1718, entre neuf et douze heures du matin, on obtint à Londres les résultats suivants :

	Secondes.
Un fragment de coupe romaine rouge fondit en	3
et commença à couler après.	100
Un fragment noir fondit en.	4
et commença à couler en.	64
La craie se vaporisa, on pourrait dire, en. .	23
Un fragment noir de la colonne de Pompée fondit en.	50
Un fragment blanc, en.	54
Des minerais de cuivre, en.	8
Des os se vitrifièrent en.	33
L'étain fondit en.	3

Miroir ardent de Tschirnhausen.

Ce miroir, qu'il avait construit en 1687, était formé d'une lame de métal d'une épaisseur double de celle d'un couteau ordinaire; il avait de largeur environ 1 mètre 705 millimètres; son foyer était éloigné de 1 mètre 137 millimètres, il produisait les effets suivants :

Le bois s'enflammait sur-le-champ, et le vent le plus violent ne pouvait l'éteindre;

L'eau contenue dans un vase de terre y bouillait aussitôt;

Un morceau d'étain ou de plomb de 81 millimètres d'épaisseur commença à couler, dès qu'on l'eut placé au foyer; 2 ou 3 minutes après, il était percé de part en part;

Un plateau de fer fut aussitôt porté au rouge et percé peu après;

Le cuivre, l'argent, etc., fondaient en 5 ou 6 minutes;

L'ardoise s'y transformait en un verre noir;

Les meilleures briques coulaient en un verre jaune;

La pierre-ponce, en un verre blanc;

Les os, en un verre opaque, etc.

Miroirs ardents de Brewster d'une force extraordinaire.

M. Brewster a imaginé de réunir plusieurs lentilles sur la surface d'une sphère dont le centre est le foyer commun; il présente un assemblage de cinq lentilles contiguës sur une section de cette sphère, à laquelle il donne le nom d'ardente. Chacune de ces lentilles, à l'exception de celle du milieu, est garnie d'un miroir plat de verre qui peut être fixé à la sphère ou placé sur un support particulier. La position de ces miroirs est telle, que la lumière qu'ils réfléchissent se réfracte au foyer de chaque lentille; devant celle du milieu, est placée une grande lentille qui lui est parallèle et qui contribue à en augmenter l'effet.

Verres ardents.

Quoique les instruments de catoptrique qu'on a exécutés, l'aient été sur une fort grande échelle, leurs effets n'ont jamais été aussi puissants que ceux des lentilles; ils ont d'ailleurs des désavantages que n'ont pas les lentilles.

Lentille de Tschirnhausen.

La lentille construite par ce célèbre artiste était bi-convexe, de 1 mètre 3 décimètres de diamètre; placée perpendiculairement aux rayons solaires, pendant l'été, dans un beau

temps, elle donnait un foyer de 41 millimètres de diamètre, à environ 3 mètres 9 décimètres de distance; la circonférence de cette lentille était de 4 mètres 1 décimètre; la quantité de rayons qui tombait sur le verre était à celle qui tombait sur le miroir n° 3, de Villette :: 1,245 : 1,000. Or, quoique le miroir de M. Villette eût un diamètre et une circonférence moindres, son effet était à la fois plus prompt et plus puissant que celui de cette lentille, qui est cependant préférable pour les expériences et beaucoup plus commode. L'Académie des Sciences a constaté qu'au moyen de la lentille de Tschirnhausen le bois dur ou vert, mouillé, etc., s'enflamme dans un moment :

L'eau bout à l'instant;

Les métaux sont fondus;

Les tuiles, ardoises, pierres-ponces, faïences, etc, se vitrifient;

Enfin, elle opère les mêmes effets que les instruments précités.

Lentille de Parker.

Cette lentille, la plus puissante qu'on ait encore fabriquée, est due à M. Peen d'Islington, qui la construisit pour M. Parker; elle est en flint-glass et a 975 millimètres de diamètre. Cette grande lentille est bi-convexe; placée dans son chassis, elle n'a plus que 880 millimètres de diamètre; elle a 88 millimètres d'épaisseur au centre; le diamètre du foyer est de 27 millimètres; le poids de la lentille est de 103 kilogrammes 980 grammes. Les rayons reflétés par cette lentille sont, d'après la méthode de Tschirnhausen, reçus par une seconde lentille *b*, dont le diamètre a 433 millimètres hors de son châssis, et 352 millimètres dans le châssis; son épaisseur centrale est de 47 millimètres; la longueur focale, 785 millimètres; le diamètre du foyer, 10 millimètres; et le poids de la lentille, 10 kilogrammes 279 grammes.

La distance focale combinée de ces deux lentilles est de 1 mètre 70 centimètres, et le diamètre du foyer, 14 millimètres.

Ces deux lentilles forment les bases supérieure et inférieure d'un cône tronqué, à jour, formé par 12 génératrices en bois; à la moindre base est adaptée une crémaillère circulaire qui traverse le support, et qui marche au moyen d'un pignon placé à l'intérieur du support, mû lui-même par une manivelle; une barre de bois, attachée entre les deux côtés inférieurs du cône, porte un petit appareil qui tourne sur un genou et se meut de l'avant à l'arrière. Ce petit appareil, surmonté du plateau qui reçoit les substances

qu'on veut examiner, peut donc se placer très-exactement au foyer de la lentille; la monture conique est supportée du côté de la grande lentille, par des pivots adaptés à un grand arc en fer qui s'appuie sur un pied d'acajou ayant trois pieds à roulettes.

Nous allons joindre ici l'exposé des expériences qui furent faites avec cette lentille devant plusieurs membres de la société royale de Londres.

Substances fondues.	Leur poids en centigrammes.	Temps de la fusion en secondes.
Ardoise commune. .	153	2
Scorie de fer. . . .	164	2
Or pur.	1gr.06	3
Platine pur. . . .	59	3
Nickel.	85	3
Argent pur. . . .	1gr.06	4
Cuivre pur. . . .	1gr.75	0
Cristal de roche. . .	53	3
Baryte.	53	7
Lave.	53	7
Cube d'acier. . . .	53	12
Cube de fer. . . .	53	12
Grenat.	53	17
Emeraude d'Orient. .	11	25
Jaspe.	53	25
Cornaline brute . .	53	75
Pierre ponce. . . .	53	80

Un diamant de 53 centigrammes, après 30 minutes, fut réduit à 32 centigrammes; il s'exfolia, laissa échapper une fumée blanchâtre, se referma, et conserva son poli et sa forme.

Les argiles se vitrifièrent en très-peu de temps, etc.

Cette lentille coûta à M. Parker près de 700 livres sterlings, environ 18,200; le capitaine Mackintosh, qui accompagna lord Macartney à la Chine, en fit l'acquisition, et la transporta à Pékin, où elle se trouve à présent.

EXPÉRIENCE. — *Fondre la glace sans le secours du calorique.*

Nous avons fait connaître que la glace pouvait être plus ou moins refroidie ce qui prouve qu'elle contient encore du calorique. Le fait suivant le démontre d'une manière évidente :

Prenez deux disques de glace et frottez-les l'un contre

l'autre dans une atmosphère au-dessous de 0° ; le calorique qui s'en dégagera sera suffisant pour les fondre. Cette curieuse expérience est due à Davy.

Sur la chaleur que produisent les rayons solaires en traversant le verre, par DE SAUSSURE.

C'est un fait connu depuis très-longtemps, qu'une chambre, une voiture, etc., sont plus fortement chauffés par le soleil quand ses rayons passent à travers des verres fermés, que lorsqu'il entre librement par une ouverture. On sait aussi que la chaleur est plus grande dans les chambres qui ont un double vitrage. Quand, pour la première fois, je connus ces faits, je les regardai comme miraculeux ; cela m'engagea à construire, en 1767, cinq caisses carrées, de verre plane, qui entraient l'une dans l'autre ; leur diamètre diminuait graduellement de 54 millimètres, de manière que de toutes parts il y avait entre elles 27 millimètres d'intervalle. Cet appareil ne lui donna jamais une température au-dessus de 70° R.

Je soupçonnai que je pouvais obtenir une chaleur plus grande en fermant plus exactement l'espace dans lequel je voulais concentrer la chaleur ; et, en présentant toujours les verres perpendiculairement aux rayons du soleil, comme je voulais faire mes expériences comparatives entre les plaines et les hautes montagnes, j'étais obligé de faire mon appareil peu volumineux ; je fis donc construire une caisse de sapin de 325 millimètres de long et 244 de largeur et de hauteur interne. Cette caisse, dont les parois avaient 14 millimètres d'épaisseur, était doublée à l'intérieur de liège noir, de l'épaisseur de 27 millimètres ; j'avais choisi cette écorce comme étant très-légère et peu conductible. Trois verres insinués dans l'épaisseur du liège, à 41 millimètres de distance l'un de l'autre, fermaient cette caisse de telle façon que les rayons solaires ne pouvaient arriver au fond sans les avoir traversés. Afin que le soleil battît également partout, j'avais soin de varier la position de la caisse, suivant la marche de cet astre, chaque 20 minutes. Le plus grand degré de chaleur que j'obtins ainsi, fut de 87,7 R., c'est-à-dire environ 8° au-dessus de l'eau bouillante ; mais, comme je m'aperçus que la caisse perdait un peu de chaleur, je la plaçai alors dans une autre caisse remplie de bourre et ouverte à la partie où les rayons solaires frappaient ; la chaleur s'éleva alors à 88°, quoique le temps ne fût pas favorable ; dans des circonstances meilleures, elle se fut élevée à 90 ou 95° degrés. Finalement, je fis faire une étuve de fer-blanc, fermée d'un côté

avec un verre bien transparent : j'y plaçai mon appareil toujours perpendiculairement, à mesure que la chaleur du soleil faisait monter le thermomètre mis dans la cassette ; je chauffai l'étuve de manière à ce que sa chaleur ne fût que peu inférieure à celle que le soleil imprimait à la caisse ; j'obtins ainsi 128°. Je n'ai pas multiplié mes verres, parce que j'ai vu que cinq ne donnaient pas plus de chaleur que trois. Ducaila assure avoir tenu ainsi des métaux en fusion.

EXPÉRIENCE. — *Eolypile et jet de feu.*

C'est ainsi qu'on nomme une poire creuse métallique, dont la queue forme un canal très-étroit ; on la remplit à moitié ou au plus aux deux tiers d'un liquide, on la place sur les charbons ardents jusqu'à ce que la vapeur souffle avec violence par le petit canal ; on renverse ensuite l'éolypile en continuant de la chauffer avec le réchaud qu'on incline un peu ; aussitôt le liquide, pressé par la vapeur qui n'a plus d'issue par où elle puisse sortir, jaillit à une grande hauteur, qui dépend, au reste, de l'activité du feu. Si l'on emploie de l'alcool, si on l'enflamme à son issue, l'on a un superbe jet de feu.

EXPÉRIENCE. — *Fondre une pièce de monnaie dans une coquille de noix sans la brûler.*

Mettez une pièce de monnaie dans une coquille de noix que vous remplirez avec un mélange d'une partie de soufre en poudre et de râpure de bois bien fine, et de trois de nitrate de potasse desséché dans une cuiller de fer ; allumez ; et quand le tout sera en fusion, vous verrez la pièce fondue et rouge sous forme d'un bouton qui acquiert de la dureté par le refroidissement. Dans cette opération, la coquille de noix est très-peu endommagée.

EXPÉRIENCE. — *Fondre du plomb enveloppé dans du papier sans brûler le papier.*

Enveloppez dans du papier une petite balle de plomb, suspendez-la, au moyen d'une pince, au sommet de la flamme d'une bougie ; le plomb fondra sans que le papier soit brûlé, à l'exception du trou par lequel le plomb fondu passera.

Influence de la température sur la ténacité du fil-de-fer.

C'est à M. le colonel Dufour, que nous devons une suite d'expériences entreprises dans le but d'examiner l'influence

de la température sur la ténacité du fil-de-fer. M. Dufour prit un fil-de-fer de 85 millimètres de diamètre, dont la force absolue était de 46 à 48 kilogrammes ; il le fit passer dans un cylindre creux disposé verticalement, dans lequel il mit successivement un mélange frigorifique et de l'eau chaude. Il résulte des expériences faites avec cet appareil que, depuis la température — 22° 1/2 jusqu'à celle de + 92 1/2, c'est-à-dire dans un intervalle de 115 C., la température n'a pas eu une influence sensible sur sa ténacité. Il n'en est pas de même quand les variations de température sont très-grandes; on sait qu'un fil-de-fer qui a été recuit, c'est-à-dire rougi au feu, perd presque moitié de sa ténacité.

EXPÉRIENCE. — *Exposer du fil de lin à la flamme sans le brûler.*

Prenez du fil de lin, entourez-en fortement une pierre bien lisse, et exposez-le à la flamme d'une bougie ; le fil ne brûlera pas. Cet effet, comme ceux des deux expériences précédentes, est dû à ce que le calorique ne fait que traverser ce corps sans s'y fixer, comme cela a eu lieu lors de l'évaporation des liquides dans les chaudières de plomb.

EXPÉRIENCE. — *Pour séparer en deux une pièce de monnaie.*

Enfoncez dans du bois trois clous d'épingle sur lesquels vous placerez une petite pièce de monnaie d'argent ou de cuivre ; mettez du soufre dessus et dessous cette pièce, et allumez-le. Lorsque la combustion sera terminée, vous trouverez presque toujours la pièce partagée en deux parties égales, suivant son plan, quoique son empreinte existe de chaque côté de ces deux différentes pièces, avec cette différence que sur l'une elle est en creux.

EXPÉRIENCE. — *Placer un charbon, faire brûler du papier ou mettre sur la flamme d'une bougie un mouchoir sans le brûler.*

Prenez une boîte de montre, couvrez la partie convexe avec le bout d'un mouchoir, en faisant en sorte qu'il ne soit pas double ; pressez fortement toutes les parties de ce mouchoir contre le métal, en les tenant bien tendues, par la torsion, du côté du verre. Cela fait, vous pouvez placer sur le mouchoir un charbon ardent, brûler du papier, etc., sans brûler le mouchoir. Ce phénomène est dû à ce que le calorique ne se fixe point sur la toile, il ne fait que la traverser pour se porter sur le métal. On fait également

cette expérience, en société, avec tout autre corps métallique.

EXPÉRIENCE. — *Pour allumer le feu au moyen de l'eau, etc.*

Prenez de la chaux vive bien compacte et bien cuite, placez-là dans un vase un peu étroit, et arrosez-la légèrement avec un peu d'eau; lorsqu'elle commencera à se déliter, ajoutez un peu plus de ce liquide; la chaleur qui se dégage est alors telle, qu'on peut enflammer par ce moyen la poudre à canon, le soufre le phosphore, etc. Ce dégagement considérable de calorique est dû à l'absorption et à la solidification de l'eau par l'oxyde de calcium qui passe à l'état d'hydrate.

Autre procédé.

Il consiste à chauffer au blanc pendant trois heures, dans un creuset bien luté, du tartrate de potasse antimonié. Après le refroidissement, on trouve dans le creuset une matière noirâtre que l'on introduit dans des flacons à larges goulots hermétiquement fermés. Il faut prendre beaucoup de précautions pour éviter l'inflammation et l'explosion. Il convient de ne présenter que le moins d'accès possible à l'air. Pour cela, on fait pénétrer dans le creuset une petite spatule en fer en tirant un peu le couvercle; l'on divise la matière en morceaux, et chaque fois qu'on en a retiré un, on ferme vite le couvercle; on n'en sort les autres que par intervalles de quelques minutes, afin d'être plus à l'abri du danger. Il est inutile de dire qu'au fur et à mesure qu'on les retire, on doit les enfermer aussitôt.

EXPÉRIENCE. — *Nouveau pyrophore.*

M. Silliman rapporte qu'ayant fait rougir dans un tube de fer, pendant une heure un mélange de

Alun calciné.	4
Potasse.	8
Noir de fumée.	3

Au bout de huit à dix jours, voulant retirer la matière qui avait été tenue bien bouchée dans le tube, le frottement la fit détonner comme un fusil chargé. On avait ainsi préparé plusieurs de ces tubes; la décharge produite par le premier blessa légèrement un des assistants.

EXPÉRIENCE. — *Volcan artificiel.*

Faites une pâte avec 14 kilogrammes 685 de soufre en poudre, autant de limaille de fer et suffisante quantité d'eau; enterrez ce mélange à 650 millimètres de profon-

deur; au bout d'environ quinze heures, il se forme un volcan qui projette des cendres et renverse ce qui s'oppose à son explosion.

Dans cette expérience, l'eau est décomposée par le fer qui s'empare d'une grande partie de son oxygène; l'hydrogène se porte presque en totalité sur le soufre; le calorique, devenu libre, élève leur température à tel point qu'un peu de gaz hydrogène et de soufre, ainsi que le gaz hydrogène sulfuré, brûlent avec flamme et déterminent cette éruption.

EXPÉRIENCE. — *Pour avaler la flamme d'une bougie sans se brûler.*

Approchez une bougie allumée des lèvres, et aspirez forment; dès-lors la flamme pénétrera dans la bouche sans vous brûler. Cet effet est dû à ce que, par l'aspiration, vous établissez un courant d'air qui entraîne le calorique dans le corps, et l'empêche de se fixer sur les lèvres.

EXPÉRIENCE. — *Pour se rendre incombustible.*

Un Espagnol, nommé *Lionetto*, se montra à Paris, en 1809, et successivement en Angleterre, en Italie et en Allemagne; il étonna non-seulement le vulgaire, mais encore les physiciens et les chimistes par son insensibilité, par le contact du feu, et par l'inaction de ce corps impondérable sur ses organes. En effet, cet Espagnol maniait impunément une barre de fer rouge et le plomb fondu, buvait l'huile bouillante, etc. Pendant que Lionetto se trouvait à Naples, il fixa l'attention du professeur Sementini, qui dès-lors s'attacha à l'étudier. Il vit donc, 1° que cet incombustible plaçait une plaque de fer rouge sur ses cheveux, et qu'on en voyait s'élever aussitôt une vapeur épaisse et dense; 2° il frappait avec un autre fer rouge sur son talon et sur la pointe du pied; il s'élevait de ce dernier point une vapeur si épaisse et si âcre, que l'odorat et les yeux en étaient également affectés; 3° il plaçait entre ses dents un fer voisin de la chaleur rouge, sans se brûler; 4° il buvait environ le tiers d'une cuillerée d'huile bouillante; 5° il plongeait rapidement le bout des doigts dans le plomb fondu, et en mettait un peu sur la langue; après quoi il portait un fer rouge sur cet organe, que M. Sementini reconnut être recouvert d'une couche grisâtre. Ce chimiste, jaloux de parvenir à la connaissance des procédés mis en usage par Lionetto, tenta divers essais sur lui-même, et découvrit, 1° qu'au moyen des frictions avec les acides, particulièrement de l'acide sulfurique étendu d'eau, la peau devenait insensible à l'action de la chaleur du fer rouge.

2° Une solution d'alun, évaporée jusqu'à ce quelle devint spongieuse, était encore plus propre à cet effet, en l'employant en frictions. Sementini, après avoir frotté, avec du savon dur, les parties du corps rendues incombustibles ou plutôt insensibles, et les avoir ensuite lavées, reconnut, en appliquant une plaque de fer rouge dessus, que cette insensibilité s'était accrue. Il se décida alors à frotter de nouveau, avec le savon, les mêmes parties, et non-seulement le fer rouge ne lui fit éprouver aucune douleur, mais les poils ne furent pas brûlés;

3° Satisfait de ces recherches, ce chimiste frotta sa langue avec du savon dur; elle devint insensible à l'action du fer chaud;

4° Un enduit composé de savon et d'une solution bouillante saturée d'alun placée sur sa langue, le fer rouge ne lui fit éprouver aucune sensation;

5° L'huile bouillante répandue sur la langue, ainsi préparée, ne la brûlait point; on entendait un sifflement tel que celui du fer qu'on éteint dans l'eau; alors l'huile était tiède et pouvait par conséquent être avalée sans danger.

Tels sont les résultats obtenus par Sementini; ils tendent à expliquer les expériences de Lionetto. Il est évident qu'il préparait sa langue et sa peau par des procédés à peu près semblables. Quant à l'expérience de ses cheveux, il est certain qu'avant de passer le fer rouge dessus, il les avait lavés avec une solution analogue à celle de l'alun ou avec de l'acide sulfurique. Pour l'huile bouillante qu'il avalait, ce phénomène est moins étonnant, si l'on observe que, cherchant à démontrer la haute température de l'huile, il y jetait du plomb, qui, en s'y fondant, absorbait par conséquent une partie du calorique de l'huile, de laquelle il versait ensuite adroitement le quart d'une cuiller sur la langue où elle se refroidissait au point de pouvoir être impunément avalée. L'inaction du plomb fondu sur cet organe, revêtu de cet enduit, tient aussi à ce prompt refroidissement. Il est cependant probable qu'au lieu de plomb, Lionetto employait un alliage fusible, tel que celui de D'Arcet.

Nous ne pousserons pas plus loin cet examen; plusieurs physiciens ont répété avec succès ces expériences. Il paraît que, lorsque l'Espagnol Lionetto les entreprit, il craignit d'avoir un jour quelque chose à démêler avec l'Inquisition.

Moyen de garantir les pompiers de l'action du feu.

Aldini a tiré un double parti de la propriété reconnue par Davy aux gazes métalliques, d'être imperméables à la flamme,

et à l'amiante d'être un mauvais conducteur de calorique; en conséquence, il a fabriqué des vêtements avec des tissus faits avec l'amiante, avec lesquels il habille les pompiers; sur ces vêtements il leur en fait endosser d'autres en gaze métallique : ces derniers ne livrent pas passage à la flamme, et les seconds ne conduisent pas le calorique. Les pompiers sont armés en même temps d'un large bouclier. Equipés de cette manière et ayant des verres aux ouvertures pour les yeux, nous les avons vu traverser plusieurs fois les flammes sans accident.

Température de l'homme et des oiseaux.

A l'état normal, la température ordinaire est de 32; M. John Davy a fait à ce sujet un grand nombre de recherches; il a pris la température des grands animaux en plaçant la boule d'un thermomètre sous leur langue, près de la racine; chez les insectes, au moyen d'un thermomètre à boule très-fine, qu'il introduisait dans le corps de l'animal au moyen d'une incision.

Température des différentes races d'hommes, déterminée à Ceylan.

3	Ouvriers vigoureux de 24 à 33 ans. .	37°.1 C.
3	Vaida de 30 à 60 ans.	36.8
3	Prêtres de Boudha de 15 à 30 ans. .	37·1
5	Nègres d'Afrique de 23 à 35 ans. .	37.2
4	Malais de 17 à 35 ans.	37.2
6	Cipayes de 19 à 38 ans.	37.1
10	Soldats anglais de 23 à 36 ans. . .	37.3

Température des Mammifères.

	Tempér. atmosp.	animal.
Singe.	30° C.	39.7
Lièvre.	26.5	37.8
Tigre.	26.5	37.2
Chien.	»	39.3
Chat.	25	38.9
Cheval.	26	37.5
Bœuf.	26	38.9

Température des Oiseaux.

	Atmosp.	animal.
Milan.	25.3	37.2
Moineau commun. . . .	46.6	42.1
Pigeon en cage.. . . .	25.5	43.1

	atmosp.	animal.
Poule.	25.5	43.5
Oie.	25.5	41.7
Canard.	25.5	43.9

Température des Amphibies.

	Air.	animal.
Tortue mydas.	32	29.4
— géométrique. . .	26.6	30.5
Grenouilles.	26.7	25
Serpent vert.	27.5	31.4
— brun.	28.1	29.2
Couleuvres brunes. . .	28.3	32.2

Température des Poissons, Mollusques et Crustacés.

	Eau.	animal.
Requin.	23.7	25
Truite.	13.3	14.4
Poisson volant.	25.3	25.5
Huître.	27.8	27.8
Ecrevisse.	26.7 atm.	29.1
Crabe.	22.2	22.2

Température des Insectes.

	Air.	animal.
Scarabé.	24.3	25
Ver luisant.	22.8	23.3
Grillon.	16.7	22.5
Guêpe.	23.9	24.4
Scorpion.	26.1	25.3
Iule.	26.6	25.8

Les vers paraissent avoir la température de l'air ou de l'eau dans lesquels on les trouve; il résulte de l'exposé des faits précités :

1° Que les hommes des différentes races, placés dans des circonstances semblables, ont exactement la même température, soit qu'ils se nourrissent exclusivement de viande, comme les Vaida, soit qu'ils ne mangent que des légumes, comme les prêtres de Boudha, soit enfin qu'à l'imitation des Européens, ils se nourrissent de l'un et de l'autre de ces aliments;

2° Que la température de l'homme s'accroît un peu quand il se transporte d'un pays froid, ou même tempéré, dans un pays chaud;

3° Que les oiseaux sont les animaux dont la température

est la plus élevée; viennent ensuite les mammifères; après ceux-ci, les amphibies, les poissons et certains insectes; la dernière classe comprend les mollusques, les crustacés et les vers.

Chaleur produite par le corps humain en 24 heures.

Les expériences d'un grand nombre de physiciens et de chimistes ont démontré que, par l'acte de la respiration, 0,03 de l'oxygène de l'air sont absorbés et remplacés par 0,03 d'acide carbonique, ce qui donne, pour terme moyen, 750 décimètres cubes d'oxygène, convertis, en 24 heures, en acide carbonique, lequel acide représente 395 grammes de carbone; mais il est également démontré qu'il se dégage alors une chaleur capable de porter 28,6 d'eau de 0 à 100. Or, la transpiration cutanée, à l'état normal, n'excède pas 2 kilog. en 24 heures, lesquels 2 kilog. réduits en vapeur, emportent la chaleur de près de 12 kilog. d'eau à l'ébullition; en même temps il se produit dans le poumon 777 grammes de vapeur qui emportent le calorique de 4,7 kilog. d'eau à l'ébullition; en dernière analyse, il reste, pour les pertes de chaleur que fait le corps, de quoi porter 12 kilog. d'eau de 0 à 100 C°, ou, si l'on veut, à l'ébullition.

M. Douville s'est livré à un grand nombre de recherches dans l'Afrique centrale, au sud de l'équateur, afin de déterminer s'il existe une différence sensible entre la caloricité des nègres et des blancs. Il a tiré de ses expériences les conclusions suivantes :

1° Que les nègres jeunes ont le sang plus chaud que les vieux, et que ceux-ci l'ont plus chaud que les blancs;

2° Que, plus l'homme est stupide, plus son sang est chaud;

3° Que la chaleur animale augmente par la respiration d'un air très-chaud;

4° Que la différence de chaleur d'un nègre à un blanc est d'environ 2°;

5° Que le nègre perd cette grande chaleur avec l'âge; en effet, il vieillit très-vite, et à 30 ans, il est aussi vieux qu'un blanc à 55 ou 60 ans; mais le nègre vieux a une chaleur toujours plus forte que celle d'un blanc;

6° Que la chaleur des négresses est supérieure à celle des nègres jusqu'à 20 ans; après cet âge, elle est inférieure, quoique supérieure à celle des blancs.

EXPÉRIENCE. — *Sur des moyens curieux propres à retarder la fonte de la neige ou de la glace.*

Couvrez un morceau de neige ou de glace avec du drap

blanc et un autre avec du drap noir ; à la même température, la première se conservera, tandis que la dernière fondra.

Cela tient à ce que le blanc réfléchit les rayons calorifiques, tandis que le noir les absorbe. C'est pour cette même raison que l'intérieur des cheminées revêtues de faïence blanche répand beaucoup plus de chaleur.

RÉCRÉATION 1re. — *Tableau magique.*

Prenez deux verres ayant la même circonférence, mais l'un étant uni et l'autre concave ; remplissez ce dernier d'un mélange fondu d'huile de lin, de saindoux et de cire blanche ; collez entièrement les bords des deux verres avec une petite bande de vessie et de la colle de Flandre ; appliquez ensuite une peinture sur le verre plat, et placez-le dans un cadre de manière à ce que le côté concave soit en avant et que le cadre recouvre la bordure de vessie. En cet état, le spectateur croit voir un papier blanc derrière le verre concave. Si vous approchez alors adroitement du feu derrière l'autre verre, la composition grasse fondra, et, ne troublant plus la transparence, le dessin deviendra visible.

De la flamme.

H. Davy a défini la flamme, une matière gazeuse chauffée au point d'être lumineuse, et dont la température surpasse la chaleur blanche des corps solides.

EXPÉRIENCE. — *Pour démontrer que l'air, sans être lumineux, peut communiquer l'incandescence.*

On prend un fil de platine que l'on suspend à la hauteur de 1 millimètre environ de la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, en ayant soin de cacher cette flamme par un corps opaque. Il en résulte que ce fil devient blanc ou incandescent, quoiqu'il soit placé dans l'obscurité, ce qui prouve que la température de la flamme est à un degré supérieur à celui qui est indispensable pour la combustion des corps solides. Suivant le même chimiste, la lumière de la flamme n'a de l'intensité que lorsqu'elle se trouve en contact avec une matière solide et fixe.

Une des plus curieuses expériences de Davy sur la flamme, c'est qu'à la température ordinaire elle ne peut traverser une toile ou réseau métallique très-serré, lequel jouit de la propriété de la refroidir à tel point, que la chaleur du gaz qui la produit se trouve réduite à un degré inférieur à celui auquel il est lumineux, ce qui fait qu'il ne saurait opérer la combustion de celui qui n'est pas encore brûlé.

L'expérience a démontré à ce chimiste, 1° que la diminution de température de la flamme est proportionnée à la petitesse de trou et à la masse métallique; 2° que le pouvoir du tout sur la flamme doit être dépendant de la chaleur nécessaire pour produire la combustion comparée à celle qui est acquise par le tissu même. D'après cela, la flamme des corps les plus combustibles et la flamme de ceux qui, pendant leur combustion, produisent le plus de calorique, passent au travers d'un tissu métallique qui ne livre point passage à la flamme des corps moins combustibles, de même que des corps qui donnent peu de calorique pendant qu'ils brûlent. Il résulte de ces faits, qu'à la température ordinaire, une toile métallique ne donnant passage à aucune flamme; aussitôt qu'elle aura été suffisamment chauffée, elle se laissera pénétrer d'abord par la flamme des corps les plus combustibles, et les autres la traverseront également à un degré de température différent. Nous allons faire connaître quelques propriétés des gazes ou toiles métalliques.

EXPÉRIENCE CURIEUSE *avec les gazes métalliques.*

Les gazes métalliques sont souvent d'une très-grande utilité dans les expériences chimiques. Elles ont donné lieu à une foule d'observations curieuses : nous allons faire connaître les principales.

1° Une gaze ayant 100 trous par 7 centimètres 33 millimètres carrés, et faite avec un fil n'ayant que 2/10 de millimètre d'épaisseur, se laisse traverser à la température ordinaire par la flamme du gaz hydrogène, tandis qu'elle est imperméable à celle de l'alcool, jusqu'à ce que la gaze soit fortement chauffée;

2° Une gaze qui, chauffée au rouge, donne passage à la flamme du gaz hydrogène, s'oppose à celui du gaz hydrogène percarburé;

3° Une gaze chauffée, permettant la combustion d'un mélange d'air atmosphérique et de gaz hydrogène percarburé, ne serait pas susceptible de transmettre celle d'un mélange d'air et de gaz inflammable des mines de houille;

4° Si l'on chauffe au rouge-cerise un fil-de-fer de 3 millimètres, il est susceptible d'enflammer le gaz hydrogène et hydrogène percarburé;

5° Un fil-de-fer de 6/10 de millimètre, chauffé au rouge-cerise, enflamme très-bien le gaz hydrogène sans pouvoir produire le même effet sur le gaz hydrogène percarburé, si on le chauffe au blanc, il ne peut même enflammer l'air inflammable des houillères;

6° Un fil-de-fer de 5 millièmes de millimètre n'enflamme le gaz hydrogène que lorsqu'il est chauffé au blanc; lorsqu'il n'est que rouge, ce n'est qu'avec peine qu'il enflamme le gaz hydrogène proto-phosphoré;

7° Si l'on prend un carré d'une gaze métallique, ayant depuis 60 jusqu'à 80 trous par 7 centimètres 33 millimètres carrés, et qu'on la place horizontalement au milieu de la flamme d'une bougie, de manière à la couper en deux, il en résultera que la partie supérieure de cette flamme disparaîtra, tandis que l'inférieure n'aura rien perdu de sa forme ou de son intensité;

8° Si l'on présente au-dessus d'une gaze métallique un papier allumé, la flamme supérieure reparaît; elle est due à la cire en vapeurs qui traverse le réseau; mais il existe un intervalle sensible entre les deux flammes;

9° Si vous coupez la flamme d'une bougie avec une gaze métallique pliée en deux, et que l'on allume aussitôt le courant des vapeurs de cire qui existent entre les deux gazes et au-dessus, on a une flamme coupée en trois parties. Celle du milieu imite un tube creux par lequel passe la cire qui alimente la flamme supérieure;

10° Si l'on coupe la flamme d'une bougie avec une gaze métallique, et que l'on présente au-dessus du coton imbibé d'alcool, ou bien de la poudre à canon, ni l'un ni l'autre ne s'enflamment.

Explications. — Les effets que nous venons d'énumérer sont dus à la propriété dont jouit la gaze métallique de conduire et de rayonner fortement le calorique, en refroidissant les gaz qui produisent la flamme à tel point qu'elle reste éteinte, quoique le courant de ces vapeurs inflammables ait toujours lieu, comme le prouve leur inflammation, au-dessus de la toile métallique, au moyen d'un corps en ignition. Il est aussi bien reconnu que cette diminution de température est en raison directe, comme nous l'avons dit, tant de la petitesse des trous que de la masse métallique. Cette petitesse des trous doit donc être d'autant plus grande qu'on se propose d'exposer cette gaze à une plus haute température; car la flamme des substances les plus inflammables se fait jour à travers un tissu qui coupe la flamme de celles qui le sont moins.

Lampe de sûreté de Davy, pour les mineurs.

C'est avec les gazes métalliques que Davy a construit une lampe de sûreté pour les mineurs, au moyen de laquelle ils ne sont plus exposés aux explosions du gaz hydrogène car-

boné des mines, qui en faisait souvent périr un grand nombre, et qu'ils désignent sous le nom de *feu grisou*. Voici la manière dont Davy a construit sa lampe.

Nous allons en emprunter la description au docteur Ure; on nous pardonnera d'être entré dans quelques détails à cause de l'intérêt du sujet.

Cette lampe offre aux mineurs une sécurité parfaite contre tous les accidents, tels que les explosions; elle leur transmet sa lumière, et est entretenue d'air à travers un cylindre de toile ou gaze métallique, en fil-de-fer ou de cuivre, dont le diamètre le plus convenable est de 12 à 17 millimètres carrés. Cette lampe de sûreté se compose :

1° D'un réservoir de laiton contenant l'huile, percé près de son centre pour recevoir un tube vertical étroit, que remplit presque un fil recourbé en haut, qui sert à ajuster et à disposer convenablement la mèche sur le conduit où elle doit brûler;

2° Du bord sur lequel le couvercle en toile métallique est adapté, et qui est fixé au réservoir, au moyen d'une vis mobile.

3° D'une ouverture destinée à fournir le réservoir d'huile; ajustée avec une vis ou un bouchon de liège en communication par un tube avec le fond du réservoir, et ayant une ouverture au centre pour la mèche;

4° Du cylindre en toile métallique, ne devant pas avoir moins de 625 ouvertures par 7 centimètres 33 millimètres carrés. Ce cylindre devrait toujours être façonné par joints doubles, la toile étant ployée en dessus par l'ouvrier, de manière à ne laisser aucune ouverture dans les joints. Lorsque cette espèce de cage est cylindrique, elle ne doit pas avoir plus de 54 millimètres de diamètre; car, dans des cylindres plus larges, la combustion de l'air inflammable échauffe trop le sommet, ce qui rend toujours convenable la précaution de placer un double sommet, ou une seconde enveloppe separée de 7 ou 14 millimètres de la première.

Ce cylindre, en toile métallique, doit être fixé au corps de la lampe, au moyen d'une vis de 4 à 5 tours, et adapté à la vis par un anneau serré. Tous les joints dans la lampe doivent être solidement soudés, car sa sûreté dépend de cette circonstance, qu'il n'existe pas dans l'appareil, d'ouverture plus grande que dans le réseau de la toile.

5° D'un second sommet à 20 millimètres au-dessus du premier, surmonté d'une plaque de laiton ou de cuivre à laquelle est fixé l'anneau de suspension.

6° De 4 ou 6 fils épais, placés verticalement, joignant par-

dessous le réservoir, et servant de défense aux piliers ou colonnes en tournant la cage.

Lorsque cette lampe de sûreté est allumée et placée dans une atmosphère mêlée par degrés d'air inflammable des mines ou *moffettes*, le premier effet qu'on remarque est une augmentation dans la longueur et le diamètre de la flamme. Si le gaz inflammable forme 1/12 du volume de l'air, le cylindre se remplit d'une flamme bleue et faible, mais dans l'intérieur de laquelle la flamme de la mèche paraît brûler avec vivacité, et cette vivacité augmente jusqu'à 1/6 ou 1/5 du volume total ; alors la vivacité de la lumière se perd dans la flamme inflammable de l'air, qui remplit le cylindre d'une lumière assez forte. Tant qu'un mélange explosif de gaz est en contact avec la lampe, elle donne de la lumière, et, lorsque cette lumière s'éteint, ce qui arrive lorsque l'air méphitique constitue 1/3 du volume de l'atmosphère, l'air n'est plus propre à la respiration de l'homme ; il doit donc s'en éloigner. Si l'on fixe un rouleau de fil de platine au-dessus de la mèche, l'ignition continue dans le métal, lorsque la lampe s'est éteinte, et le fil, rouge de feu, peut rallumer la mèche en entrant dans une atmosphère moins méphitique.

Cette lampe est un des plus beaux présents qu'on ait faits à la minéralogie, puisqu'elle tend à arracher à la mort un grand d'infortunés mineurs. C'est sous ce point de vue que nous avons traité avec quelques détails ce sujet qui se rattache autant à la physique amusante qu'à l'industrie. En effet, D'Arcet a proposé des toiles métalliques pour les salles de spectacle, afin de les garantir de l'incendie. Le théâtre de l'Odéon, qui en a déjà été plusieurs fois victime, avait adopté un rideau semblable.

Lanterne portative de sûreté de Caretie.

La construction de cette lanterne la rend propre à parcourir les magasins et établissements renfermant les matières les plus inflammables, sans aucun accident.

Cette lanterne, composée de fer-blanc, de fer et de cuivre, est faite d'après les belles expériences de Davy sur les toiles métalliques ; la figure 3, pl. III, la représente extérieurement, en élévation, renfermée dans son enveloppe en gaze métallique.

La figure 112 la montre débarrassée de cette enveloppe. On y voit les cylindres qui la composent, déployés et tels qu'ils se trouvent lorsqu'on veut envelopper la lumière.

Les figures 113 et 114 font voir la même lanterne lorsque les cylindres sont reployés sur eux-mêmes, et tels qu'ils sont dans le chapiteau lorsqu'on veut l'éclairer.

La figure 115 présente en plan et en élévation la lampe qui donne la lumière et qu'on enlève du fond de la lanterne pour la nettoyer ou pour y mettre une nouvelle mèche.

a (fig. 112, 113 et 114), anneau par lequel on tient la lampe : il forme l'extrémité supérieure de la tige *b* qui fait mouvoir les cylindres *c* au moyen de dix chaînons semblables à ceux que l'on voit en *d*, qui se déploient et se reploient à volonté. Les cylindres *c* étant entièrement déployés, comme dans la figure 112, enveloppent la lumière, et la lanterne ne jette plus de clarté ; alors, si on veut la transformer en lanterne *sourde*, on serre la vis *e* (fig. 111), sur la tige motrice *b* (fig. 112 et 113), et les cylindres se trouvent fixés.

Si au contraire on a besoin de clarté, on desserre d'une main la vis *e* et on tient de l'autre l'anneau *a* ; alors le poids seul de la lanterne oblige les cylindres *c* à se replier sur eux-mêmes et à se cacher dans le chapiteau *f* (fig. 111), sans qu'on puisse les voir. Les choses étant en cet état, on serre de nouveau la vis *e* sur la tige *b* ; le tout redevient fixe, et l'on peut se servir à volonté de la lanterne, dont la lumière se répand en tous sens.

La lampe (fig. 114) remplace la bougie des anciennes lanternes ; elles est attachée au fond de la lanterne au moyen d'un boulon *g* (fig. 111), offrant assez de difficulté à mouvoir. Pour obvier à la fragilité des transparents des anciennes lanternes, on substitue au verre, corne, etc., une gaze métallique *h* (fig. 111) dont les mailles n'ont qu'un demi-millimètre, ce qui suffit pour interdire le passage aux étincelles.

Les cylindres *c* se placent dans la figure 112, de manière que leur tige *b* passe dans le tuyau *i* (fig. 111).

k (fig. 115), mèche de la lampe : elle se meut à l'aide d'un petit crochet *m*.

l, vis portant un écrou que l'on enlève quand on veut mettre une mèche.

L'huile s'introduit par une ouverture que ferme le bouchon *n*.

o, deux petits anneaux servant de guides pour placer convenablement la lampe dans la lanterne ; ils sont reçus dans des petits tubes sans fond *p* (fig. 111), et servent, aussi bien que la couronne à jour, pratiquée dans le chapiteau *f*, à raréfier l'air.

Quelques personnes ont pensé que des étincelles pouvaient s'échapper par les mailles de la toile métallique ; l'auteur, pour les rassurer, a adapté à la lanterne (fig. 114), un paravent en toile métallique qu'il pose au pourtour de la mè-

che, et qui s'élève jusqu'au-dessus de la flamme. Cette lanterne étant plus chère et plus pesante que les lanternes anciennes, à cause des anneaux placés au bas des cylindres, l'auteur les a supprimés et remplacés par un rebord extérieur pratiqué à chaque extrémité des cylindres, de manière qu'un cylindre inférieur se trouve retenu par son rebord au cylindre supérieur, et ainsi des autres, sans cependant que leur marche soit plus lente et moins facile qu'avec les anneaux.

La disposition de ces rebords, pour deux cylindres, se voit par la figure 116, dans laquelle les lignes *g* représentent deux des cylindres *c* des figures 112 et 113.

On a imaginé depuis l'invention de Davy, beaucoup d'autres modèles de lampes de sûreté plus ou moins ingénieux, mais que nous passons sous silence, et qui ne sont tous que des modifications de l'idée originale du savant chimiste anglais.

RÉCRÉATION 2. — *Fontaine infernale.*

Cette fontaine est due à la compression de l'alcool, par sa vapeur et par la dilatation de l'air atmosphérique. L'idée m'en a été fournie par celle de la fontaine de compression, au moyen de l'air (fig. 76, pl. 2). L'appareil est, à peu de chose près, le même. Il se compose d'un flacon en cuivre qu'on remplit d'alcool jusqu'au point *a c*; à l'ouverture de ce vase est adapté un robinet dont la clef *b* traverse le tube *e*. Ce tube doit plonger dans l'alcool jusqu'au point *e*, et s'élever de 325 millimètres au-dessus du goulot, ou mieux en le tenant au niveau du goulot : on applique la petite pièce D sur le point A. Lorsqu'on veut mettre cette fontaine en action, on la place sur un petit fourneau allumé : aussitôt que l'alcool est bouillant, sa vapeur s'élève dans la partie supérieure du vase, où, ne trouvant aucune issue, elle exerce une telle pression sur l'alcool, que celui-ci s'élève dans le tube *e*, et est projeté bouillant et avec force dans l'air, où il s'élève très-haut; si on en approche alors un corps enflammé, il brûle en donnant lieu à un jet de flamme très-élevé qui, si l'on place à plusieurs centimètres de hauteur un chapiteau métallique, va frapper contre ce chapiteau et retombe en gerbe de feu. On peut rendre l'effet de la fontaine infernale très-varié, en produisant des flammes diversement colorées.

Tableau des plus hautes températures de l'air, observées en divers climats.

NOMS DES LIEUX.	MAXIMUM de chaleur.	NOMS des Observateurs.
Equateur.	+ 38.4	*De Humbold.*
Surinam.	32.3	
Oasis de Mourzouh. . . .	54	*Ritchie et Lyon.*
Pondichéry.	44.7	*Le Gentil.*
Madras	40	*Roxburg.*
Beit-el-Fakih.	38.1	*Nieburg.*
Martinique.	35	*Chauvalon.*
Manille.	43.7	*Le Gentil.*
Antougil (Madagascar). .	45	*Idem.*
Guadeloupe.	38.4	*Le Gaux.*
Vera-Cruz.	35.6	*Orta.*
Ile-de-France.	32.6	*Cossigny.*
Philae (Egypte).	43.1	*Coutelle.*
Le Caire.	40.2	*Idem.*
Bassora.	45.3	*Beauchamp.*
Cap de Bonne-Espérance.	43.7	*La Caille.*
Vienne (Autriche).	35.9	*Broquin.*
Paris.	38.4	
Stockholm.	34.4	*Ronnoss.*
Pétersbourg.	30.6	*Euler.*
Copenhague.	33.7	*Bugge.*
Varsovie.	33.8	*Deljue.*
Strasbourg.	35.9	*Herrenschneider.*
Islande Eyafjrod.	20.9	*Van-Schells.*
Hindoën (Norwège). . . .	26	*Schytte.*
Ile Melleville.	15.6	*Parry.*

Température de l'atmosphère à diverses hauteurs.

A mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, on y trouve des températures de plus en plus faibles, et la diminution est tellement remarquable, que dans les pays chauds on rencontre des montagnes dont le sommet est constamment couvert de neige. Voici le tableau qu'en offre M. Depretz dans sa physique.

TABLEAU

Du décroissement des températures suivant les hauteurs.

	Température des stations supérieures et inférieures.	Différence des températures des deux stations.	Distance verticale des deux stations.	Hauteur en mètres pour une station de 1 degré centigrade.
Aérostat de Gay-Lussac Paris.	— 9.5 30.8	40.3	6979m.	174m.
Chimborazo. . . . . Mer du Sud.	— 1.6 25.3	26.9	5879	219
Mont-Blanc. . . . . Genève, à midi. . .	— 2.9 28.3	31.2	4374	140
Pic de Ténériffe. . . Orotava.	— 8.4 24.9	33.3	3729	226
Etna. . . . . . Catane.	+ 4.4 23.1	18.7	3237	178
Mont-Perdu. . . . . Tarbes.	6.9 25.6	18.7	3117	167
Col du Géant. . . . Genève.	4.5 24.9	20.4	3060	150
Pic du Midi. . . . . Tarbes, 26 juillet 1809.	11.6 27.5	15.9	2613	164
Idem. . . . . . Idem, 30 septembre. .	4.3 14.8	10.5		249
Mont-Perdu. . . . . Barège.	6.9 25.0	18.1	2152	119
Pic de Montaigu. . . Tarbes.	3.1 14.5	11.4	2053	180
Puy-de-Dôme. . . . Clermont, 25 juin 1806.	14.4 21.3	6.9	1066	154
Idem. . . . . . Idem, 7 août. . . .	23.4 32.9	9.5		112
La Barraque. . . . Clermont.	+21.8 23.6	1.8	380	211

La première colonne de ce tableau offre l'indication des stations; dans chaque expérience, la plus élevée est indiquée d'abord.

La cinquième fait voir que la diminution de température n'est plus également rapide dans tous les pays. Les nombres qui s'y trouvent ont été calculés, en supposant que dans un même pays l'élévation est proportionnelle à la diminution de température, ce qui n'est pas tout-à-fait exact, comme l'a prouvé M. de Humboldt.

Eclairs de chaleur.

Quelques physiciens attribuent ces éclairs à un effluve de fluide positif, par exemple, qui s'élève de la terre vers les nuages, avec les vapeurs; dès qu'il se trouve arrêté dans la première couche de vapeurs condensées qui se trouvent sur son passage, il décompose le fluide neutre de la couche supérieure, et quand l'air interposé entre les deux couches parallèles ne peut plus résister à la tension toujours croissante, il y a long éclair de l'une à l'autre, ce qui laisse la plus élevée électrisée vitreusement. L'effluve continuant reproduit le même effet. C'est peut-être ainsi, dit M. Bergery, que se chargent successivement les nuages interposés. On peut admettre également que l'inflammation des gaz suspendus dans les hautes régions de l'air augmente l'intensité des éclairs de chaleur; de sorte qu'une très-petite explosion peut produire une grande lumière. Cette seconde cause est d'autant plus admissible que les éclairs n'ont ni la rapidité, ni la forme, ni la couleur de ceux de la foudre; elles expliquent aussi pourquoi de longues et larges nappes de feu paraissent sans qu'on puisse entendre ni bruit ni explosion.

SECTION II.

DE LA LUMIÈRE.

Nous devons à la lumière la visibilité de presque tous les corps et celle du superbe spectacle de la nature. C'est à son mouvement sur la surface des corps et à son intromission dans nos yeux; c'est en portant sur la rétine l'image des divers objets, qu'elle nous en démontre l'existence, les formes diverses, leur distance respective et leur coloration. Nous n'entreprendrons point de décrire la théorie de la vision; un semblable travail serait ici déplacé. Nous allons nous borner à indiquer ses principales propriétés.

L'origine de la lumière a donné lieu à deux opinions qui

ont partagé les plus grands physiciens. La première est celle de Newton, qui la considère comme un fluide émané du soleil et des autres corps lumineux; tandis que Descartes, Haller et Huygens la regardent comme un fluide répandu dans tout l'espace, dont la vitesse est due à celle du soleil et des étoiles qui lui impriment leur mouvement.

Les expériences modernes, entreprises par un grand nombre de physiciens, ont mis en doute si le calorique et la lumière étaient deux fluides bien distincts. M. Thénard a adopté celui qui les suppose dus à la modification d'un même fluide, jusqu'à ce que de nouvelles recherches nous aient éclairés à cet égard.

La vitesse avec laquelle la lumière traverse l'espace est telle que les géomètres ont trouvé, par le calcul, qu'elle parcourait par seconde environ 31,184 myriamètres (80,000 lieues), tandis que le son ne parcourt que 325 mètres; la vitesse de sa marche est donc, d'après Euler, 900,000 fois plus rapide : en huit minutes, elle vient du soleil à la surface de la terre.

La lumière traverse certains corps que l'on nomme *transparents*, et est réfléchie par d'autres qu'on appelle *opaques*.

Elle se meut toujours en ligne droite, en passant à travers des corps transparents et denses; elle se divise en sept rayons diversement colorés dans le spectre solaire. On les trouve placés dans l'ordre suivant et de haut en bas, c'est-à-dire en bandes :

Le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet.

Parmi les corps opaques, il en est dont la surface renvoie toute la lumière qui vient les frapper en lui imprimant un mouvement égal à celui qu'elle avait. Cette propriété est le partage des corps brillants; elle sert de base à l'optique. Le changement de direction des rayons lumineux est appelé *réflexion*, et le rayon renvoyé, *réfléchi*. Il est bon de faire observer que, dans ce cas, le rayon, en se réfléchissant, forme un angle qui est toujours égal à celui de son incidence.

Il est certains corps qui sont traversés par la lumière, et que l'on appelle *milieux translucides*. Les rayons lumineux, en traversant obliquement ces corps, ou bien en passant d'un milieu rare dans un milieu dense, dévient et se rapprochent de la perpendiculaire : c'est ce qu'on appelle *réfraction :* le rayon porte le nom de *rayon réfracté*.

La lumière solaire dilate et échauffe les corps, ce qui a porté plusieurs physiciens à conclure qu'elle était formée de

rayons lumineux, de rayons calorifiques obscurs, et d'autres qui étaient propres à produire des effets chimiques, comme la coloration de quelques corps, l'altération ou la destruction des couleurs de quelques autres, etc. : dans tous ces cas, les corps sur lesquels cet effet a lieu éprouvent une sorte de décomposition. Il n'est pas démontré que ces résultats soient exclusivement dus à une sorte de rayons, mais il est bien évident que la lumière les produit. Si l'on substitue à l'action de la lumière sur ces corps celle du calorique, on opère les mêmes effets. Cela, joint à l'action semblable à celle de la lumière qu'exerce presque toujours le calorique rayonnant, et au calorique que produit la lumière condensée au foyer d'une lentille, lequel devient tel qu'il peut opérer la fusion des corps qui sont presque infusibles par les procédés ordinaires, a porté plusieurs physiciens à regarder ces fluides comme identiques. Suivant eux, la lumière passe à l'état de calorique en s'unissant avec ces corps, et celui-ci à l'état de lumière lorsqu'il se trouve en grande quantité dans ces corps, ou qu'il acquiert un degré de tension très-fort. Il s'en faut de beaucoup, dit Thénard, que cette hypothèse soit à l'abri de toute objection.

La lumière exerce la plus grande influence sur presque tous les corps de la nature, principalement sur ceux que nous avons appelés *organiques*. En effet, les végétaux qui en sont privés s'étiolent, perdent leurs belles couleurs vertes, ainsi qu'une grande partie de leurs principes aromatiques, et deviennent aqueux; leur saveur change, leur couleur est jaunâtre, etc., ils sont alors appelés *étiolés*. Ils cherchent avec avidité la lumière; aussi les voit-on, s'ils sont placés dans un lieu obscur où la lumière pénètre par quelque ouverture, s'y diriger constamment, et leurs rameaux s'étendre prodigieusement pour y arriver. Il en est de même des arbres placés dans les forêts épaisses, leurs rameaux inférieurs, dont les supérieurs interceptent le contact de la lumière, s'allongent jusqu'à ce qu'ils puissent se mettre en contact avec elle. Les végétaux étiolés, exposés à la lumière, reprennent leurs propriétés. Son influence sur l'espèce humaine est aussi bien reconnue : nous savons que les individus qui en sont privés deviennent chlorotiques, et s'étiolent, pour ainsi dire. Ils sont sujets aux maladies scrofuleuses, s'affaiblissent, perdent leur activité, et leur système absorbant s'engorge le plus souvent, etc.

EXPÉRIENCE. — *Lampe naturelle par incandescence.*

Laissez brûler, jusqu'à la fin, une lampe à esprit de vin,

la mèche se carbonise, et il arrive le plus souvent que, si la flamme disparaît, la partie de la mèche carbonisée devient incandescente et reste rouge dans un air tranquille tant qu'il existe une goutte d'alcool, ce qui, d'après Dœbereiner, dure quelquefois vingt-quatre heures.

EXPÉRIENCE. — *Lampe sans flamme.*

Prenez un fil de platine de 3/10 de millimètre de diamètre, roulez-le en forme de serpentin, de manière à former une douzaine d'anneaux, et placez-les autour du tuyau de la lampe à esprit de vin. La mèche de cette lampe doit être peu serrée, effilée, perpendiculaire, ne pas dépasser le quatrième anneau, et la lampe peut contenir un peu plus de moitié d'alcool ou d'éther : ces dispositions faites, on allume la mèche, et, lorsque le fil de platine qui la dépasse est devenu rouge, on l'éteint. Dès-lors, ce fil passe au blanc et continue à donner la plus belle lumière tant qu'il y a une goutte d'alcool ou d'éther dans la lampe, qui, ainsi qu'il est aisé de le voir, s'élève par l'action capillaire du coton de la mèche. La chaleur que produit cette lampe est assez forte pour enflammer l'alcool; il arrive souvent qu'elle se rallume quelque temps après son extinction.

Lorsque le fil de platine est si fin qu'il n'a qu'un 2/10 de millimètre de diamètre, la chaleur, dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène, devient si forte, qu'elle le fait détonner.

RÉCRÉATION 3. — *Lampe sympathique.*

On place cette lampe sur une table, et, après avoir annoncé qu'on va l'éteindre, on se tourne du côté opposé et l'on souffle; la lampe s'éteint aussitôt.

Cet effet est dû à un soufflet que cette lampe a dans sa patte, et dont le vent est porté directement sur la flamme au moyen d'un petit tuyau; ce soufflet est mis en mouvement par une bascule qu'un compère touche adroitement.

EXPÉRIENCE. — *Lampes sans mèches.*

On a cru pendant longtemps que l'emploi d'une mèche filamenteuse était indispensable pour servir de véhicule à la combustion des fluides; mais on peut s'en passer en adaptant aux lampes un bec combustible en verre, conducteur toujours lent de la chaleur. Pour que ce bec s'approvisionne d'huile ou de tout autre combustible, sans aucune attraction capillaire, il suffit d'en placer l'orifice un peu plus bas que le fond du réservoir, en réglant, au moyen d'une petite valve à bouton, la quantité de ce même combustible, à pro-

portion de la masse de lumière qu'on veut se procurer. Le bec dont il s'agit ne doit pas avoir, dans les lampes à esprit de vin, plus de 27 millimètres de longueur, et, dans celles à huile, sa longueur ne sera pas de plus de 11 à 14 millimètres. Pour faire usage de la lampe, on baisse le sommet du tube servant de bec; lorsqu'elle est éteinte, on élève le tube au-dessus de la surface du fluide. On conçoit, du reste, qu'en multipliant les becs, on augmente la lumière, comme on le ferait en allumant plusieurs mèches filamenteuses.

EXPÉRIENCE. — *Lampe hydrostatique de* THILORIER.

L'invention de Thilorier est fort simple; elle consiste dans l'allongement momentané de la colonne d'huile, de telle sorte qu'elle acquiert assez de puissance pour faire monter le fluide qui lui sert de contre-poids.

Cette lampe se compose de deux *caisses* ou *boîtes*, mises en communication par deux tuyaux : l'un pour l'huile et l'autre pour le liquide moteur. Elle n'a d'autre pièce mobile qu'un bouchon de 9 millimètres de diamètre, auquel se trouve adapté le tube à air, qui sert en même temps de régulateur.

La lampe de Thilorier est à réservoir inférieur. La flamme est isolée et peut éclairer de toutes parts, sans porter aucune ombre autour d'elle. Dans les dispositions de cette espèce, il faut toujours une force pour faire monter l'huile jusqu'à la mèche, et pour la soutenir à une hauteur constante. Cette force est différente dans les différents systèmes qu'on a imaginés jusqu'à présent. Elle est due à l'écoulement d'un liquide dans les lampes des frères Girard; elle est un mouvement d'horlogerie dans celles de Carcel, de Gagniaux et de Gotten; et, dans la lampe dont il s'agit, elle résulte de deux principes hydrostatiques qui sont très-simples : premièrement, la colonne d'huile est soutenue par une colonne d'un liquide plus pesant, et qui est, par conséquent, plus courte dans le rapport inverse des densités; secondement, le liquide auxiliaire s'écoule peu à peu, sans que la colonne change de couleur, comme il arrive dans l'appareil qui est connu en physique sons le nom de *vase de Mariotte*. Les portions qui s'écoulent tombent en dessous de la colonne de l'huile, la soulèvent et maintiennent le sommet à son niveau primitif, qui, sans cela, baisserait continuellement par la combustion.

Le liquide dont se sert Thilorier, est la solution aqueuse de sulfate de zinc, qui se conserve très-fluide, et qui n'é-

prouve, à ce qu'il paraît, aucune espèce d'altération par son contact avec l'huile.

Ce qui distingue la lampe de Thilorier, c'est l'appareil très-simple et très-ingénieux, au moyen duquel on peut y remettre l'huile. On conçoit que le sulfate de zinc, qui a successivement coulé sous la colonne d'huile pour la soulever, et qui a été d'un grand secours pendant toute la durée de la combustion, devient un grand inconvénient quand la combustion est finie; car il a pris la place de l'huile, et il est nécessaire de le refouler et de le faire remonter dans son réservoir, pour remettre de l'huile et regarnir la lampe. C'était là, sans doute, le plus grand inconvénient des lampes de Lange et Nezzi. Thilorier a levé complètement cette difficulté au moyen d'un entonnoir tellement ajusté qu'il s'adapte directement et hermétiquement sur le bec, sans même qu'on ôte la mèche, ni qu'on fasse aucune préparation. Cet entonnoir, lorsqu'il est en place, a justement la hauteur convenable pour qu'étant rempli d'huile, la pression soit capable de refouler le sulfate de zinc jusqu'au sommet de son réservoir, et c'est ainsi que la lampe se remplit avec une grande facilité et surtout très-promptement.

Il est vrai qu'on peut la remplir complètement; il faut que l'entonnoir reste lui-même tout-à-fait plein, ce qui semble d'abord un grand inconvénient, puisqu'à la fin il faut bien qu'on l'ôte, et qu'on ne peut l'ôter sans répandre l'huile qu'il contient; mais le remède est très-simple. On se contente, quand l'opération est finie, de soulever un peu l'entonnoir, et alors son huile s'écoule par le conduit intérieur du bec, passe de là dans un tube qui traverse toute la longueur de la lampe, et qui aboutit à un réservoir particulier destiné à recevoir toute espèce d'huile excédante.

Du reste, si Thilorier n'a point, comme Lange, cherché à établir un niveau que je pourrais appeler *théorique*, c'est qu'il a compté, et avec raison, sur plusieurs causes de compensation, savoir : 1° la dilatation de l'huile par la chaleur; 2° l'action capillaire, dont la force serait même suffisante pour élever l'huile dans la mèche, de 19 millimètres au-dessus de son niveau; 3° enfin l'oscillation qui fait dépasser au fluide la ligne du niveau virtuel. L'expérience, d'ailleurs, a parfaitement justifié la prévision de Thilorier, et sa lampe, dans toute la durée de sa combustion, soutient avec avantage la comparaison avec les meilleures lampes, sans excepter celle de Carcel. La seule différence qu'il y ait entre ces deux lampes consiste en ce que la dernière conserve blancs 9 à

11 millimètres de mèche, et que, dans l'autre, la partie noircie par la combustion repose sur l'anneau même du bec. Cette anomalie *qui, au surplus, ne produit aucun résultat sur l'intensité de la lumière,* provient de ce que, dans les lampes mécaniques, le niveau, alimenté constamment et avec excès par une force extérieure, reste rigoureusement fixe; tandis que, dans toutes les autres lampes où l'huile n'arrive au bec que par l'épuisement successif des couches supérieures, le niveau n'est dans la réalité qu'un niveau intermittent qui ne peut s'opposer à l'envahissement de la flamme avec la même efficacité que le jet continu exubérant de la pompe de Carcel.

La lampe de Thilorier présente une lumière pure et éclatante, et d'une intensité plus que double des lampes si nombreuses de même dimension. Le petit calibre ne consomme que 15 grammes d'huile par heure. Mais un point sur lequel nous insistons particulièrement, c'est la propriété qu'a cette lampe de se nettoyer d'elle-même, sans qu'il soit nécessaire d'y porter la moindre attention. Le trop plein de l'entonnoir lave à chaque remplissage le tube destiné au courant d'air intérieur.

EXPÉRIENCE. — *Lampe à gaz qui s'alimente elle-même.*

L'appareil qui constitue cette lampe se compose d'un réservoir situé au-dessus d'une calotte creuse, qui, par sa chaleur, décompose l'huile qui y tombe goutte à goutte et se convertit en gaz. A la partie supérieure, sont deux tubes qui se recourbent pour former les becs pour le gaz.

Pour mettre cette lampe en action, on remplit le réservoir d'huile, d'alcool, etc., on place, pendant deux ou trois minutes, sous la calotte, une plaque de métal disposée à cet effet et rouge, et l'on fait tomber le liquide goutte à goutte sur la calotte. On retire la plaque de fer, et la chaleur, produite par la combustion de deux heures, suffit pour entretenir la température au point nécessaire pour décomposer l'huile. Il faut quelquefois recourir à une seconde plaque rouge, au commencement de l'expérience, afin de produire tout le gaz suffisant pour évacuer l'air des vaisseaux.

Lampe acétifère de Doebereiner.

On prend une petite fiole qu'on remplit d'alcool absolu : on introduit dans le col un petit entonnoir de verre, dans lequel on met de l'éponge de platine et un fil de coton, qui, plongeant dans l'alcool, le charrie vers le platine. Ce métal, agissant sur l'air, l'oxygène en est absorbé, et l'alcool con-

verti en vinaigre très-fort qu'on peut recueillir en plaçant la fiole sur un plateau de verre et la couvrant d'une grande cloche. Doebereiner recommande le moyen suivant pour obtenir un platine spongieux très-énergique.

On fait une pâte avec le muriate de platine ammoniacal et l'ammoniaque, qu'on place dans un creuset de platine bien fermé, et on l'expose ensuite à l'action du feu.

EXPÉRIENCE. — *Flambeaux qui ne s'éteignent ni au vent ni à la pluie.*

Faites bouillir de vieilles cordes dans une solution de nitrate de potasse (salpêtre), faites-les sécher, et entourez-les d'un mélange fait avec le soufre en poudre, la poudre à canon et l'eau-de-vie. Après cela, faites fondre ensemble parties égales de camphre, de soufre et de térébenthine, avec trois parties de cire et de résine, et trempez-y les cordes préparées ; vous en réunirez quatre pour en faire une torche, en ayant soin de mettre au centre un mélange de trois parties de soufre sur une de chaux vive.

Méthode perfectionnée d'avoir une lumière instantanée.

L'on prend un petit vase de verre de la dimension de 1 millimètre ; on peut lui donner depuis 1 millimètre jusqu'à 54 millimètres de long, et son diamètre peut être de 2 à 12 millimètres. Sa forme est sphérique, cylindrique, conique ou elliptique. On y introduit de l'acide sulfurique en quantité variable, suivant la grandeur du petit vase, qui, cependant, ne doit pas en être complètement rempli. Son ouverture ou ses ouvertures doivent alors être scellées à la flamme du chalumeau, ou par tout autre moyen, de manière à prévenir l'action de l'air et la déperdition de l'acide. Ce petit appareil est ensuite enveloppé totalement ou en partie d'un mélange de :

Chlorate de potasse.	1
Matières combustibles, telles que soufre, résines, camphre, poudres végétales, etc.	2

On en fait une pâte avec du mucilage, dont on entoure le vase qu'on enveloppe ensuite dans du papier, du coton ou du linge. Si l'on brise ce vase à l'aide d'un choc ou d'une pression suffisante, l'acide sulfurique, se trouvant aussitôt en contact avec le mélange, l'enflamme instantanément.

EXPÉRIENCE. — *Pour représenter deux iris dans une chambre.*

Pour faire cette expérience, on tourne le dos au soleil, et,

regardant vers la partie obscure de la chambre, on lance avec force une bouchée d'eau, en s'y prenant de telle sorte qu'elle jaillisse en gouttelettes. Par ce moyen, on distingue comme deux iris parmi celles qui sont exposées au soleil.

RÉCRÉATION 4. — *Flambeau des Furies.*

Chacun de ces flambeaux est accompagné dans sa longueur d'un tube en fer-blanc terminé à son extrémité par un cône percé de petits trous comme un arrosoir. Au bout de ce flambeau, est une éponge trempée dans l'esprit-de-vin qui brûle avec une flamme pâle : mais, lorsqu'on agite vivement ce flambeau, on en fait sortir, par les petits trous, une partie du lycopode ou de la résine qu'il contient, et qui brûle avec beaucoup de flamme, que l'on prolonge en longs sillons en continuant cette agitation, ainsi qu'on a pu le voir dans les ballets des Furies, de l'Opéra.

EXPÉRIENCE. — *Pour produire de la lumière au moyen du sucre.*

Prenez deux morceaux de sucre cristallisé (d'environ demi-kilogramme), choquez-les l'un contre l'autre dans l'obscurité, et vous apercevrez une légère flamme bleue.

Si l'on frappe également du sucre dans un mortier et dans un lieu obscur, on voit se dégager des étincelles lumineuses.

EXPÉRIENCE. — *Pour produire de la lumière sous l'eau.*

L'on sait qu'en choquant deux morceaux de quartz l'un contre l'autre, on en dégage de la lumière ; mais ce qui est bien plus curieux, c'est que ce dégagement a lieu aussi dans l'eau, si on opère le choc sous ce liquide.

EXPÉRIENCE. — *Pour tuer les poissons dans l'eau avec un fusil.*

Il est une vérité bien démontrée, c'est que, lorsqu'un corps tombe obliquement sur la surface d'un liquide, il est réfracté par la résistance de ce liquide, et s'écarte, par conséquent, de la perpendiculaire. D'après ce principe, lorsqu'on veut tuer un poisson ou tout autre animal dans l'eau, au lieu de viser droit à l'animal, il faut viser d'autant plus bas, qu'il sera à une plus grande profondeur, parce que l'angle de réfraction étant relatif à cette même profondeur, la déviation de la balle en est aussi en raison directe.

Moyen propre à obtenir une vive lumière.

Ce procédé, qui est dû à Drumont, consiste à placer plu-

sieurs lampes à esprit-de-vin autour d'une petite boule de chaux sur laquelle on dirige autant de courants de gaz oxygène qu'il y a de lampes, de telle sorte que la flamme de chacune soit traversée par le courant de gaz. Cet appareil est porté par une tige mobile, au moyen de laquelle on peut le porter au foyer d'un miroir réflecteur. La lumière qui se dégage est considérable, et peut être appliquée aux grandes opérations géologiques. Dans une expérience elle fut visible, et très-distinctement, à une distance de 70 milles.

Eclairage électrique.

Quand on rapproche entre eux les fils conducteurs qui partent respectivement des pôles positif et négatif d'une pile électrique, et que ces fils sont armés de pointes de charbon qu'on met en regard à une petite distance entre eux, le courant électrique qui circule dans la pile électrique au moment où il passe de l'une des pointes de charbon à l'autre, et franchit la distance qui les sépare, produit une lumière en courant continu auquel on a donné le nom d'*arc électrique*. Cette lumière est d'une très-grande intensité, et depuis quelque temps, divers physiciens, entre autres M. Staite, en Angleterre, et M. Foucaud, en France, ont fait des tentatives qui promettent un heureux succès pour appliquer ce mode de production de la lumière à des usages publics et privés. Rien n'est plus facile d'ailleurs que de répéter cette expérience et de se convaincre de l'éclat et de la beauté de l'éclairage électrique.

Production d'une brillante lumière par un mélange de chlore et de gaz oléifiant.

On sait que le chlore gazeux et le gaz oléifiant, mis en contact, réagissent l'un sur l'autre, et se combinent à volumes égaux. Si l'on dispose l'appareil de telle manière que les gaz ne soient point mélangés, le chlore dans la partie inférieure, et le gaz oléifiant dans la partie supérieure de la cloche, après un contact de quelques minutes, tout-à-coup la combinaison s'effectue en produisant une brillante lumière.

Moyen de mesurer comparativement le degré de lumière que donnent des lampes ou des chandelles.

Placez-les à quelques centimètres l'une de l'autre, et à quelques décimètres d'un écran de papier blanc ou d'une muraille peinte en blanc. Si ensuite vous interposez une carte près de cette dernière, vous y distinguerez deux ombres produites, la plus intense des deux par l'éclipse de la lumière

la plus vive, et l'autre par l'interception de la lumière la moins vive. Alors, ou rapprochez cette dernière, ou éloignez l'autre de la carte, jusqu'à ce que les deux ombres paraissent être absolument semblables d'intensité. Dans ce cas, le carré de la distance de chaque lumière de la muraille ou de l'écran donnera la proportion de sa puissance d'éclairage. Si, par exemple, une lampe d'Argand et une chandelle sont respectivement à une distance de 6 mètres 5 décim., et 1 mètre 3 décim. du mur, et qu'à cet éloignement l'intensité de leurs ombres soit égale, vous aurez 10 et 4 au 100 et 16 ou 6 1/2 et 1 pour les quantités relatives de lumière des deux foyers. C'est le procédé de Monge, reproduit depuis par Rumford.

Curieux calculs sur la lueur d'une chandelle.

Assis un soir au coin du feu avec plusieurs personnes, j'observais qu'elles lisaient toutes à la lueur d'une seule chandelle. Il me vint une pensée : quelle est la portion de lumière employée par chacun des lecteurs. Supposons la clarté de cette chandelle distribuée de manière à ce qu'il ne s'en perde aucune partie ; à combien de personnes suffirait-elle? La chandelle était assez forte et donnait une belle clarté. Je trouvais que je pouvais fort bien lire à 1 mètre de distance, dans un livre écarté de 245 millimètres de mes yeux. La chandelle aurait donc illuminé suffisamment la surface concave d'une sphère de 1 mètre de rayon. Le livre dont je faisais usage contenait 400 lettres par 8 centimètres carrés. Une sphère concave de 2 mètres de diamètre aurait donc contenu 6,514,400 lettres que la chandelle aurait éclairées suffisamment pour les rendre distinctes à l'œil placé à 245 millimètres de distance du livre. Maintenant la lumière réfléchie par une seule lettre la rend visible à cette distance, non-seulement dans cette direction, mais dans toutes les directions, n'importe le point qu'occupe l'œil, sur la surface concave d'une sphère de 245 millimètres de rayon ; à combien d'yeux la lumière ainsi réfléchie, suffirait-elle pour voir ladite lettre? C'est un calcul aisé à faire.

Je suppose que la pupille de l'œil ait 3 millimètres de diamètre, ce qui est assez près de la vérité. Dans cette hypothèse, la surface d'un hémisphère de 245 millimètres de rayon est égale aux pupilles de 41,465 yeux. La lumière réfléchie par une seule lettre suffirait donc pour la rendre visible à la moitié de ce nombre de paires d'yeux. On objectera que, pour l'œil placé trop près de la page, la lettre ne réfléchirait pas une quantité de lumière suffisante ; mais il est

incontestable, en revanche, que la page ne réfléchit pas la moitié de la lumière qui tombe sur elle. Il y a donc ample compensation. Enfin, la clarté qui tombe sur une seule lettre suffisant pour la rendre visible à 20,732 paires d'yeux, et le nombre de lettres contenues dans la surface concave d'une sphère de 1 mètre de rayon étant de 6,514,400, la lumière qui tombe sur toutes ces lettres suffirait à 135,056,540,800 de paires d'yeux. Je me résume : la lueur d'une seule chandelle, supposé qu'il ne se perde aucune particule de lumière, et qu'elle soit toute distribuée en portions égales, permettrait à cent trente-cinq milliards, cinquante-six millions, cinq-cent quarante mille huit cents paires d'yeux de lire à la fois.

Maintenant, si notre globe compte 900,000,000 d'habitants, et c'est une supposition fort large, la lueur d'une chandelle unique serait plus que suffisante pour permettre aux habitants de cent cinquante pareils mondes, de se donner le plaisir de la lecture, si les pupilles de leurs yeux pouvaient se détacher de leurs corps et se ranger autour de la chandelle dans l'ordre susdit.

Production de lumière pendant la cristallisation.

Bischner de Mayence a fait connaître que l'acide benzoïque et l'acétate de potasse jouissent de la propriété d'émettre de la lumière pendant leur cristallisation. Berzélius rapporte aussi qu'Hermann a vu le sulfate de cobalt et le fluate de soude produire le même effet dans la même circonstance. Whœler a observé un exemple frappant de ce même phénomène dans le laboratoire de Berzélius : il a vu une solution de sulfate de soude en cristallisation donner de la lumière pendant plus de deux heures, et il s'est assuré, par plusieurs expériences, que cette lumière n'était point étrangère à la matière qui entrait en cristallisation. Il prit dans sa main un morceau de ce sel qui paraît lumineux dans l'obscurité, il en frotta deux fragments l'un contre l'autre, et la lumière devint plus forte; lorsqu'il agitait la solution avec une baguette de verre, l'espace qu'il faisait parcourir à la baguette était marqué par des traces lumineuses ; enfin, M. Pontus a remarqué que l'eau congelée par l'évaporation rapide de l'éther au moment de sa congélation, laisse échapper une étincelle de lumière.

EXPÉRIENCE. — *Lumière produite par la décharge d'un fusil à vent.*

On avait observé depuis fort longtemps que la décharge d'un fusil à vent, au milieu de l'obscurité, était toujours ac-

compagnée d'une émission de lumière; on pensait qu'elle était électrique et due à l'expansion subite de l'air condensé. M. John Hart a voulu s'assurer si c'était là la cause qui la produisait. Ce physicien s'est convaincu que la condensation n'y était pour rien ; que lorsque les charges étaient sans bourres, ou que les bourres n'exerçaient qu'un frottement insensible, le phénomène n'avait pas lieu ; que cette lumière ne se manifestait que lorsqu'il y avait frottement; qu'elle n'était, en un mot qu'un résultat d'*attrition*.

Télescope gigantesque.

A Leipzick, dans la manufacture d'instruments d'optique, d'Urzcheider, on a construit un télescope gigantesque, d'après les principes de Frauenhofer, ayant 4 mètres 875 millimètres de longueur et 285 millimètres d'ouverture. Il surpasse en grandeur les plus grands télescopes faits du vivant du célèbre Frauenhofer; c'est un chef-d'œuvre comparé au télescope de Dorpat, construit par Frauenhofer, qui a 4 mètres 225 millimètres de longueur sur 245 millimètres d'ouverture. La clarté et la netteté d'un corps céleste, vu à travers sa lentille, sont, au télescope Dorpat, comme 21 est à 48 ; et l'intensité de la lumière, comme 136 est à 100. Il grandit les objets plus de 1,000 fois. Ainsi, lorsque Saturne se trouve à sa plus petite distance de la terre, qui est de 165 millions de milles géométriques, en l'examinant avec le télescope, qui le grossit 816 fois, il paraît rapproché à la distance de 192 milles (milles géométriques). La lune, grossie de la même manière, quand elle est à sa plus petite distance de la terre, ne paraît pas en être éloignée de plus de 68 milles géographiques, distance qui n'est guère plus considérable que celle qui se trouve en ligne directe d'Athènes à Constantinople.

Vitesse avec laquelle la lumière se propage.

Les astronomes ayant constaté que la distance du soleil à la terre étant de 15,299.3 millions de mètres, et que cette distance était parcourue par la lumière en 8′ 13″, il en résulte que la vitesse de celle-ci est d'environ 310 millions de mètres par seconde. En une heure elle parcourt autant de chemin qu'en ferait un boulet de canon en un siècle environ.

Les étoiles les plus proches étant plus de 200,000 fois plus éloignées de nous que le soleil, la lumière met près de quatre ans pour nous parvenir; il est donc évident que nous voyons les astres dans la position où ils se trouvaient quatre

ans auparavant; enfin, les étoiles les plus éloignées de la terre en sont à une si immense distance, que la lumière qui en émane, a besoin de quelques millions de siècles pour arriver d'elles à nous.

Circonstances qui nous font juger que les astressont plus grands à leur lever que lorsqu'ils sont au-dessus de l'horizon.

L'on sait que la lumière d'un objet éloigné est plus faible que celle d'un objet voisin ; mais si, par des circonstances particulières, il advient que l'objet qui se trouve le plus éloigné soit plus éclairé, nous le jugeons plus près de nous que les autres; voilà pourquoi le soleil et la lune nous semblent plus grands à leur lever que lorsqu'ils sont avancés sur l'horizon. Quand ils se lèvent, leur intensité de lumière est plus faible; il n'en est pas de même au fur et à mesure qu'ils s'élèvent sur l'horizon, alors, leur lumière devenant plus vive, nous les jugeons plus près de nous. Ce rapprochement est à son *maximum* quand il se trouve au moment où l'astre est au-dessus de notre tête.

Décomposition de la lumière.

La lumière, source de la vision, est, comme corps, invisible pour nous; la lumière, à qui nous devons la contemplation du sublime spectacle de la nature et les productions du génie et des arts ; la lumière, source de tant de jouissances et sans laquelle tout n'est pour nous qu'une image du néant, est cependant, quoique invisible comme corps impondérable, un corps composé; le génie de l'homme est parvenu à le démontrer. En effet, si l'on fait passer un rayon de lumière blanche à travers un prisme de verre, fig. 148, pl. IV, ce rayon est dévié de sa direction droite, prend une forme ovale allongée et se décompose en parties qui sont colorées diversement. Pour en avoir une preuve, on dispose, devant le volet d'une chambre tenue obscure, un miroir métallique, de telle manière qu'il fasse passer par réflection un rayon solaire, à travers une ouverture pratiquée dans ce volet; l'on reçoit ce rayon lumineux sur l'une des faces du prisme qui se trouve placé à quelque distance d'une toile blanche gommée, ou bien de toute autre surface blanche plane; tout étant disposé ainsi, l'on aperçoit le rayon refracté par le prisme se peindre sur cette surface D en une image oblongue et colorée qu'on nomme *spectre solaire*. Ces couleurs sont au nombre de sept. Il est bon de faire obser-

ver que chacune de ces couleurs se perd dans celles qui l'avoisinent, par des changements de nuances imperceptibles; elles sont placées dans l'ordre suivant, à commencer par celle qui est la plus élevée.

Rouge.	1/9
Orangé.	1/16
Jaune.	1/10
Vert.	1/9
Bleu.	1/10
Indigo.	1/16
Violet.	1/9

Ces sept parties diversement colorées, se nomment *rayons simples*. Le spectre solaire offre aussi des lignes qui sont tantôt noires et tantôt brillantes; on les nomme *raies-de-spectre*, on ne les distingue que lorsqu'on examine le spectre à travers une lunette sur laquelle il tombe directement. Nous renvoyons au *Manuel de Physique*, de l'*Encyclopédie-Roret*, pour les autres détails.

De la Vision.

Nous laissons aux physiciens et aux physiologistes le soin de décrire en détail les phénomènes de la vision; nous allons nous contenter de dire qu'on peut considérer l'œil comme une espèce de lentille convergente, au foyer de laquelle se peint l'image d'un objet placé au-devant, image dont notre esprit peut recevoir la sensation. L'on peut considérer le cristallin comme se trouvant formé par un assemblage de lentilles dont les unes sont sphériques et les autres de plus en plus elliptiques, à mesure qu'elles sont plus éloignées du centre. En effet, l'observation prouve que l'iris est dans un état de mobilité continuelle, et que la prunelle s'ouvre d'autant plus que l'objet qu'on veut voir est plus éloigné, et réciproquement; or, pour que les objets éloignés et rapprochés puissent peindre également leurs images sur la choroïde, il suffit de recevoir les rayons lumineux des premiers sur la lentille extrême, et ceux des derniers, sur les lentilles centrales du cristallin. Soit qu'on veuille augmenter la vue ou remédier à la perte de sa puissance, on a inventé des instruments pour y remédier; nous allons nous occuper des principaux.

Myopie.

L'on donne le nom de myopes à tous ceux dont les yeux ne peuvent distinguer que les objets qui se trouvent placés

très-près d'eux. Cela est dû à ce que leur cornée transparente ou leur cristallin, se trouvent conformés de telle manière qu'ils offrent une trop grande convexité ; il en résulte que les rayons qui les traversent ont une trop grande convergence. Il arrive de ce que les yeux ainsi conformés font converger trop fortement les rayons lumineux qui leur sont transmis ; que les rayons envoyés par les objets éloignés se réunissent en un foyer qui se trouve placé en avant du fond de l'œil. D'après cela, ce ne sont que les objets près des myopes qui peuvent peindre leur image sur la choroïde et vus d'eux. Il suffit de placer des lentilles divergentes devant les yeux pour leur faire acquérir la propriété de faire converger convenablement les rayons. On remarque que, chez les myopes, la pupille est toujours très-grande. Cela doit être ainsi, car il faut que les yeux laissent passer le plus qu'il est possible de rayons lumineux par les bords du cristallin pour diminuer la convergence.

Cette altération de la vue, la myopie, est ordinairement le partage de la jeunesse.

Presbytie.

La presbytie est l'inverse de la myopie ; car on ne voit les objets que lorsqu'ils se trouvent situés à une certaine distance ; cela tient à ce que les rayons envoyés par les objets se réunissent en un foyer qui se trouve placé derrière le fond de l'œil. Il est donc évident que le défaut des yeux presbytes est de ne pas faire converger assez les rayons qu'ils reçoivent. Cele tient à ce qu'il n'y a point assez de convexité dans la conformation de leur cristallin ou de leur cornée transparente. On y remédie en mettant devant de tels yeux une lentille convergente d'une certaine force.

Il est bon de faire observer que la pupile des presbytes est très-resserrée. Les lentilles dont on se sert le plus avantageusement sont les deux *ménisques*. On les nomme alors *périscopiques*.

La presbytie est le défaut de vue de la plupart des vieillards.

Double soleil.

Ce phénomène de deux soleils qu'on aperçoit dans le ciel se nomme *parhélies* ou *anthélies* ; il a été connu des anciens. En 1666, le 9 avril, on en vit deux à Chartres, ce qui, avec le véritable soleil, en formait trois.

En 1629, on en vit cinq à Rome.

Hevelius dit en avoir vu sept à Dantzick.

Ainsi, l'image du soleil peut se multiplier dans les nuages ;

mais on distingue, par la forme, la véritable image du soleil des autres. Les parhélies ne sont point aussi rondes que le soleil. (Pl. IV, fig. 149.)

Parasélènes.

La lune offre quelquefois aussi le même phénomène, qu'on nomme *parasélènes*. Comme les *faux soleils*, elles se montrent ordinairement en hiver dans les régions froides et tempérées. On donne également à ce phénomène le nom de *couronne* ou *halos*.

RÉCRÉATION 5. — *Liqueur qui devient lumineuse quand on la débouche.*

Si, dans un flacon rempli d'huile de girofle, vous introduisez un morceau de phosphore, cette liqueur paraîtra lumineuse toutes les fois que vous déboucherez ce flacon dans l'obscurité.

On peut, avec un flacon ainsi préparé faire des tours fort amusants. Il suffit d'écrire sur du papier noir diverses questions et de découper les lettres soigneusement; en appliquant ensuite ce papier sur le flacon, il n'y a que les vides produits par la découpure qui paraissent. On peut placer de cette même manière les réponses sur le derrière du flacon, en le cachant adroitement. Il est aisé de voir qu'on peut aussi faire paraître des arbres et divers autres objets lumineux.

RÉCRÉATION 6. — *Caractère lumineux sans phosphore.*

Adaptez à une plaque de cuivre assez épaisse AB (fig. 1, pl. I), des lettres ou dessins de même matière, en leur donnant une épaisseur de 5 millimètres, afin que cette plaque étant chauffée, elle puisse conserver une assez grande chaleur. Au derrière, on doit fixer une tige en fer C, dont l'extrémité entre dans le manche en bois D. Afin de pouvoir en faire usage sans se brûler, on fait chauffer cette plaque et on la pose en appuyant fortement sur une feuille de papier bien sec, sous laquelle on a placé un carré de drap plié en deux ou trois doubles.

Si l'on porte ensuite ce papier dans l'obscurité, l'empreinte de ces lettres ou dessins paraîtra en caractères lumineux, qui persisteront jusqu'à ce que le papier soit devenu froid.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire produire au verre de la lumière.*

Frottez avec force une baguette de verre contre du drap ou du papier gris, et vous apercevrez dans l'obscurité une

faible lumière. Si vous approchez votre main de cette baguette, vous en dégagerez des étincelles électriques.

RÉCRÉATION 7. — *Miroirs magiques.*

Placez flans la boîte CBDE (fig. 2) deux miroirs très-minces ayant 325 millimètres de hauteur sur 190 millimètres de largeur; joignez-les par un de leurs plus grands côtés, après avoir eu soin de les faire tailler en biseau, pour rendre cette jonction plur complète, et rendez leurs plans AB et AC perpendiculaires et formant un angle droit de 90°. Ces miroirs seront ajustés solidement dans cette boîte, qui doit être soigneusement fermée de tous côtés, excepté vers l'ouverture CB, où l'on a pratiqué une ouverture circulaire de 190 à 217 millimètres de diamètre. Il résulte de cette disposition que, nonobstant les différentes réflexions que les miroirs occasionnent aux rayons par lesquels nous voyons les objets, et la vision paraissant se faire constamment en ligne droite, le point qui est placé en H sera vu du point I, comme se trouvant placé au point G; de même, celui qui se trouvera au point I sera vu du point H, comme étant au point F. Il est évident que ce miroir étant placé dans la position indiquée par cette figure, le spectateur doit s'y voir dans une situation renversée. Si on le place, au contraire, de manière à ce que leur ligne de jonction soit verticale, il en résulte que la partie du visage qui est à droite est vue à gauche, et *vice versâ;* enfin, si on lève le bras gauche; ou qu'on ferme l'œil du même côté, il semble que c'est le bras et l'œil droits qu'on lève et qu'on ferme.

Il est bon de faire observer que l'angle que doivent former ces deux miroirs, doit être exactement de 90 degrés. A quelques degrés de moins, le spectateur paraîtrait avoir trois yeux, deux nez, deux bouches. etc.; enfin, s'il n'était que de 60 degrés, il s'y verrait dans son état naturel.

RÉCRÉATION 8. — *Les trois miroirs magiques.*

Faites construire une caisse triangulaire ABCD (fig. 3), dont les côtés soient égaux et aient chacun une largeur de 487 millimètres sur 217 de hauteur, recouvrez-la d'un châssis garni d'un verre au-dessous duquel vous placerez une gaze, pour qu'on ne puisse rien voir dans cette caisse, au moyen de trois ouvertures circulaires FFF, que l'on a pratiquées à chaque côté; revêtez chacune des trois surfaces intérieures d'un miroir plan d'une même dimension, en ayant soin d'enlever l'étamage à l'endroit qui correspond aux ouvertures.

D'autre part, prenez trois cartons d'une hauteur égale à celle de cette caisse et d'une largeur de 162 millimètres; peignez d'un côté un sujet différent pour chacun, en observant que ces objets soient composés de façon à être agréablement disposés, lorsque, par la réflexion de ces miroirs, ils se reproduiront en prenant une forme hexagonale. Ainsi, l'on peut choisir un berceau en treillage, un portique, une entrée de pavillon; représenter de l'autre ce qui peut orner l'intérieur, tel que des statues, etc. (ces objets seront vus à travers des parties de ces cartons qui seront découpés à jour); mettez enfin les cartons dans cette caisse conformément à la direction indiquée par les lignes D D (fig. 4).

Effet. Ayant ainsi placé ces trois cartons, si l'on regarde par chacune des trois ouvertures F F F, on apercevra un édifice différent, d'une grande étendue et d'une base hexagone.

RÉCRÉATION 9. — *Les quatre miroirs magiques.*

Soit une caisse carrée A B C D (fig. 5) de 217 millimètres de haut sur 271 de large; couvrez la en dedans et sur les parois des quatre miroirs plans A C G H, G H B D; E B D F et A E C D, qu'on doit poser perpendiculairement sur le fond G H F D de cette caisse. Sur ce même fond, placez des objets représentant des fortifications, un camp avec des soldats et des tentes, une mer avec des vaisseaux, des tentes, etc. Ces divers objets ne doivent pas dépasser 54 millimètres de hauteur (Voyez fig. 6). Recouvrez cette caisse d'une cage de verre ayant la forme d'une pyramide tronquée dont le sommet I L M N ne s'élève pas au-delà de 81 millimètres au-dessus de la partie A G B F; recouvrez tout l'intérieur de cette cage d'une gaze, afin que ce ne soit qu'à travers le sommet I L M N qu'on puisse regarder dans l'intérieur de cette caisse.

Effet. Suivant ces dispositions diverses, les glaces se trouvant opposées parallèlement les unes aux autres, réfléchissent et se renvoient réciproquement les figures des objets placés sur le fond de la caisse. Or, lorsqu'on la regarde à travers le verre I L M N, on voit une très-grande place recouverte de ces mêmes objets. Cet espace est en raison directe de l'élévation moindre au-dessus de la caisse de l'ouverture I L M N, et de la plus grande hauteur des quatre miroirs. Ainsi, par le moyen de l'une ou l'autre de ces dispositions, l'étendue de ces objets peut être répétée 9, 25, 45, etc., en suivant constamment le carré arithmétique 3, 5, 7, 9, etc. Cela est facile à concevoir, si l'on considère que les objets

placés sur le fond de cette caisse reposent au milieu d'un carré composé de plusieurs autres semblables à celui qui en constitue le fond principal.

RÉCRÉATION 10. — *Miroirs enchantés.*

Pratiquez deux ouvertures CD et EF à la cloison AB (fig. 7); donnez à ces ouvertures 244 millimètres de hauteur sur 162 de largeur, en établissant 325 millimètres d'intervalle entre elles, et les plaçant à une élévation telle que, étant droit, on puisse y regarder sans être gêné. Placez une glace non étamée dans chacune de ces ouvertures, et entourez-la d'une bordure; mettez ensuite derrière cette cloison deux miroirs IH, tels qu'ils sont disposés dans cette figure, ayant 433 millimètres de largeur sur 325 de hauteur, et formant sur cette cloison un angle d'inclinaison de 45°. L'intervalle HI qui sépare ces deux miroirs, ainsi que ceux AHIB, qui sont au-dessus et au-dessous, doivent être couverts en cartons noircis et si bien joints, que le jour ne puisse y pénétrer d'aucune manière. Ce cadre doit être garni à l'intérieur de deux petits rideaux qu'on puisse ouvrir et fermer.

Effet. Placez deux bougies allumées à côté de chacun de ces cadres, mettez une personne en face de chacun de ces miroirs, et, tirant aussitôt les rideaux dont ils sont couverts, la surprise de ces deux personnes sera extrême de voir la figure de celle qui est vis-à-vis l'autre miroir représentée dans celui-ci, au lieu de la sienne qu'elle devrait y apercevoir.

RÉCRÉATION 11. — *Miroirs de profil.*

Soit la boîte ABCD (fig. 8) de forme cubique, ayant 325 millimètres de diamètre, et ouverte en CD. Placez un miroir plan sur chacune des parois intérieures AD, AB et BC; couvrez-la dessus et dessous d'une planche CEDBA, formant l'angle CED et les côtés DE et EC de deux cartons, en pratiquant à chacun une ouverture ovale M (fig. 9) d'une élévatinn de 217 millimètres; arrangez enfin cet appareil de telle sorte qu'on ne puisse distinguer le miroir qui se trouve placé sur le point AB, et placez sur le pied N, à une hauteur d'environ 1 mètre 62 centimètres.

Effet. En cet état, si une personne se met vis-à-vis l'ouverture M (fig. 9), sa tête sera située de profil par rapport à l'autre ouverture, et elle verra ce même profil par l'ouverture MO, ainsi que l'indiquent les réflexions différentes qui se trouvent marquées dans la figure.

RÉCRÉATION 12. — *Miroirs trompeurs.*

Sur un support P, d'environ 2 mètres 625 millimètres de hauteur, placez une caisse cubique ABCD (fig. 10) d'une dimension de 271 millimètres; pratiquez une ouverture ovale G, H, I, L, d'environ 162 millimètres de diamètre, à chacun des quatre côtés; placez dans cette caisse (*Voyez* le plan, fig. 11) deux miroirs AD, que vous adosserez l'un contre l'autre en les arrangeant de telle sorte qu'ils décrivent, en la traversant, une ligne diagonale, et soient placés sur son fond dans une position verticale; décorez extérieurement ces quatre ouvertures d'un cadre, et placez sur chacune un rideau arrangé de manière qu'ils puissent s'abaisser et s'élever ensemble.

Effet. Si vous postez une personne en E (fig. 11), vis-à-vis le cadre AB, elle verra dans le miroir celle qui sera en G, et celle-ci, de son côté, verra celle qui sera en E. Ce même effet se répétera pour les deux autres personnes qui se seront placées en F et H. Or, comme le vulgaire pense que la vision s'opère constamment en ligne droite, il en résulte que celui qui est placé en E croit que celui qui se trouve en G est au point H.

Cette récréation est très-curieuse, lorsqu'on place quatre personnes vis-à-vis chacune des ouvertures de cette optique et à distance égale. Dans cette position, si on lève les rideaux et qu'elles regardent par ces ouvertures, chacune d'elles, au lieu de voir celle qu'elle a en face, n'aperçoit que celle qui est à son côté, ce qui les surprend d'autant plus, qu'elles ne peuvent distinguer, dans cette caisse, que les quatre ouvertures, qui leur semblent à jour et dans leur position naturelle.

RÉCRÉATION 13. — *Faire avancer un objet dans le miroir concave, tel qu'une tête qui paraît venir en avant.*

A (fig. 99, Pl. III), ouverture par où se voit l'objet dans le miroir.

D, tête renversée, éclairée par un réflecteur d'argent, et fixée sur le chariot E.

G, corde qui fait tourner une manivelle et qui guide le chariot. Il importe que la tête chemine bien dans le foyer du miroir, alors elle a l'air de s'approcher pour se précipiter sur les spectateurs.

N, diaphragme en drap noir, afin que les lumières n'éclairent pas le miroir B.

Miroir que l'air fait avec les objets mis sous l'eau.

M. G. Edwards a constaté que l'image des objets mis sous l'eau à une petite profondeur, est réfléchie par l'air plus vivement que ne l'est par l'eau, l'image de ces objets mis en dehors de ce liquide. De là vient que les poissons nageant près de la surface d'une eau claire, doivent voir distinctement leur propre image peinte dans l'air comme nous voyons la nôtre représentée dans l'eau, avec de plus cet avantage, que pour l'ordinaire, nous présentons à l'eau la partie *ombreuse* ou obscure, tandis qu'ils voient la leur beaucoup plus claire et plus vive.

Ce phénomène peut être observé par qui que ce soit. Remplissez d'eau un verre, et dans l'eau descendez un morceau de cire d'Espagne et un autre corps quelconque suspendu à un fil, regardez à travers le verre la surface de l'eau, de soi, obliquement, on verra au-dessus l'image de la partie supérieure de ce corps très-clairement dépeinte.

RÉCRÉATION 14. — *Le coup de poignard.*

A (fig. 100, Pl. III), est censé une table sur laquelle porte le miroir B, dans lequel on montre l'illusion. Lorsque l'on a éteint les lumières, on déplace la glace étamée par un moyen mécanique.

B, ouverture faisant place au poignard D, qui s'avance par le miroir concave en E. Il est inutile de dire que le mur de séparation est ouvert au-dessus et au-dessous de la table. Au lieu d'une main qui doit guider le poignard, on peut exécuter cette récréation par une disposition fort simple. Deux tringles de bois attachées au plafond se balancent sur deux pitons; les tringles sont réunies par un fil-de-fer; une caisse en carton, attachée sur les tringles, suit leur mouvement; elle contient des lumières pour éclairer la main en cire. Si l'on tire le fil, la main se trouve rapprochée du spectateur. Lorsqu'on veut jouir de l'illusion, on lâche l'anneau, et la main s'approchant brusquement du miroir paraît en sortir et frapper le spectateur.

RÉCRÉATION 15. — *Boîte magique de Robertson.*

A (fig. 101, Pl. III), miroir concave.

B, la tête perpendiculaire vers C semble sortir en D à l'œil qui est placé en E. La tête B doit être éclairée fortement, mais uniquement. Le miroir sert dans l'ombre, afin de n'être pas visible.

G, mur de séparation.

H, boîte ouverte, censée placée sur une table K.

Il est bon de faire observer que le mur qui sépare les deux pièces est ouvert en dessous de la table.

Il est évident que la personne qu'on veut faire voir dans la boîte doit être placée en B dans la pièce voisine, et que dès le moment qu'on ouvre le couvercle de la boîte D, on doit la voir dans cette boîte, par l'effet de la réflexion du miroir concave A.

RÉCRÉATION 16. — *Offrir l'image d'une personne dans le miroir concave.*

La personne qu'on représente doit s'incliner devant un grand miroir, plan B (fig. 102, Pl. III), dont l'image va se peindre renversée dans le miroir concave C, et de là se reproduire droite aux yeux du public. Par ce moyen, on peut représenter une chandelle allumée, dont la flamme paraît à droite. Observez que la figure seule doit être éclairée, et nullement aucun des deux miroirs. Habillez la figure en blanc pour obtenir plus de lumière.

Ordinairement l'expérience se fait dans une porte D ; la planche E cache la personne B ; la moitié inférieure de la porte doit être bouchée. Le miroir A doit avoir au moins 812 millimètres en carré, afin d'offrir les images de deux à trois personnes.

K, est un diaphragme en drap noir, à la distance de 325 millimètres du miroir.

M M, aux deux côtés de la porte, sont deux vases d'albâtre avec une lumière ; leur présence a pour but d'obscurcir le plus possible le fond où se trouve le miroir C, qui, sans leur secours, se verrait toujours un peu.

RÉCRÉATION 17. — *Portraits magiques.*

Sur une glace étamée, de 245 millimètres de haut sur 162 de large, placez un verre blanc bien uni, d'une dimension égale ; encadrez-les en A B C D (fig. 12), en laissant entre les deux une distance propre à y passer un carton au moyen de la rainure A B qu'on aura pratiquée sur un des côtés. D'autre part, prenez des cartons ayant quelques millimètres de moins que les glaces, et faites y peindre des bustes d'hommes et de femmes avec des coiffures et des vêtements plus ou moins bizarres; découpez adroitement à jour les figures en A, ainsi que les fonds des tableaux B (*Voyez* fig. 13, 14 et 15). Il est bon de faire observer que l'ovale découpé de ces figures doit être la moitié de celle d'une personne ordinaire; placez ce miroir à une hauteur d'environ 1 mètre 625 millimètres.

Effet. D'après cette disposition, il est certain que la personne qui se regardera dans ce miroir apercevra sa figure qui remplira exactement l'ovale A; parce que le point E (fig. 16) où semble placé le visage dont la grandeur est exprimée par C D, et que nous supposons être vu de F, se trouve aussi loin de G, pris sur le miroir A B, que le même point G l'est de celui F. Il en résulte donc que les triangles G E F et A E G devenant équiangles, et leurs côtés réciproques proportionnels, la ligne C E se trouve moitié de celle A C, et par suite celle C D réduite à la moitié de celle A B.

Ce miroir offre une série d'amusements très-comiques. Ainsi, un jeune homme peut voir la mine qu'il a sous la coiffure et les vêtements d'une femme, d'un vieillard; celui-ci sous le costume d'une coquette; une demoiselle sous celui d'un cavalier, d'un soldat, d'un prêtre, etc. La coquetterie pourrait trouver de nouvelles ressources dans ces portraits magiques, en faisant peindre sur des cartons les coiffures et les chapeaux divers que le génie inventif de la mode crée tous les jours; elle verrait ceux qui s'accordent le mieux avec les traits de ces beautés pour lesquelles la toilette est l'affaire la plus importante de leur vie.

Il nous serait aisé de multiplier les récréations qu'on peut opérer, tant au moyen des miroirs plans, que des convexes, concaves, coniques, prismatiques, etc.; mais cette étude qui constitue, à proprement parler, la catoptrique, sort de la sphère que nous nous sommes tracée dans cet ouvrage. Nous nous bornerons donc à décrire quelques autres récréations qui ne sont pas dépourvues d'intérêt et qui, par leur nature, doivent nécessairement trouver place ici.

RÉCRÉATION 18. — *Lanterne magique.*

Cet instrument qui offre, dans les soirées d'hiver, un amusement au peuple, surtout dans les campagnes; est dû au père Kircher; il consiste en une boîte de fer-blanc, A B C D (*fig.* 17).

E F est un miroir concave, lequel a à son foyer une lampe; G H, lentille qui reçoit la lumière de cette lampe, ainsi que celle que le miroir réfléchit. Au-devant de cette lentille on introduit des plaques de verre, sur lesquelles on a peint des sujets variés, qui d'après cette disposition, se trouvent éclairés. I K, autre lentille sur laquelle se rendent les rayons qui émanent de ces objets; L M, cloison ayant une ouverture pour donner passage à la lumière; N P, troisième lentille; les rayons qui en émanent vont représenter les sujets en X Y Z sur une toile blanche qu'on a placée sur le mur. Cette

dernière lentille doit être mobile et pouvoir se rapprocher et s'écarter à volonté de celle I K, afin de pouvoir rendre toujours distincte l'image X Y Z sur le plan. Il faut avoir soin de renverser les sujets comme G H, si l'on veut que leur image soit représentée en X Z.

Lorsqu'on veut s'amuser avec la lanterne magique, on place un drap blanc sur la muraille où l'on veut représenter les sujets peints sur les lames de verre, et l'on éteint toutes les lumières de l'appartement. On place les spectateurs derrière la lanterne magique, et l'on fait passer successivement les divers sujets devant la première lentille. Pour rendre cet amusement plus divertissant, on tend la toile au milieu de la chambre comme une cloison, et l'on met la lanterne d'un côté et les curieux de l'autre.

On a maintenant beaucoup simplifié la lanterne magique : elle ne se compose plus que du verre I K, qui prend l'image de l'objectif, et de celui N P, qui transmet l'image amplifiée sur la toile. Il est bien entendu qu'on emploie toujours la lampe et le réflecteur pour éclairer l'objet.

RÉCRÉATION 19. — *Fantasmagorie.*

Ceux qui ne connaissent pas la théorie de cet amusement, sont intimement convaincus que des spectres se précipitent sur eux ou voltigent à leur gré autour de la salle ; la plupart des spectateurs ne peuvent se défendre d'une certaine crainte lorrsqu'ils les voient, en apparence, accourir vers eux. La fantasmagorie, ou assemblée de fantômes, n'est cependant qu'une simple modification de la lanterne magique : l'instrument au moyen duquel on opère des effets si surprenants, consiste en un écran transparent (1) que l'on tend en face des spectateurs. Il ne reçoit d'autre lumière que celle d'un appareil placé derrière cette toile, qui est invisible pour le public. On représente, sur cette toile gommée, des spectres, des bêtes féroces, des monstres, etc.; ces objets effrayants, paraissent d'abord comme un point, mais ils prennent graduellement et rapidement un grand accroissement : c'est cet effet qui les fait paraître se precipiter vers les spectateurs. L'appareil fantasmagorique est placé sur des roulettes garnies d'une étoffe de laine, afin d'éviter le bruit. Par le secours d'une crémaillère, et à l'aide d'une petite manivelle, la lentille N P se meut aisément. Supposons maintenant que l'objet soit bien dessiné et vu sous la grandeur X Z (*fig*, 17

(1) Cet écran est formé d'une étoffe blanche très-mince, rendue très-transparente et unie par un enduit de cire vierge étendu sur toute sa surface.

de la lanterne magique), si l'on désire le rendre subitement très-petit, on n'aura qu'à rapprocher l'appareil de la toile, mais il en résultera que l'image en sera confuse, parce que les foyers de ses divers points n'existeront plus sur cette toile; on parviendra à la rendre nette en écartant la lentille F P de celle I K, par le secours de la crémaillère précitée. Lorsqu'au contraire, on se propose de faire paraître les objets plus ou moins grands, on éloigne plus ou moins l'appareil de la toile, en approchant en même temps l'une de l'autre les deux lentilles. Voilà toute la théorie des amusements fantasmagoriques. Quoique cet instrument soit en apparence très-simple, il n'en exige pas moins beaucoup d'habileté de la part de celui qui le fait mouvoir s'il veut opérer des effets propres à étonner les spectateurs.

Il y a des tableaux où la même figure est peinte par devant et par derrière; on fait d'abord paraître très-petite celle qui vient en avant, et on la fait grandir, puis on la pousse vivement : elle paraît s'être retournée, et on la fait s'éloigner en la diminuant. Il y en a d'autres qui sont peints pour monter ou descendre. Pour ceux-ci, on tourne d'un quart de tour la cage où les tableaux se placent, et on fait passer les tableaux de bas en haut ou de haut en bas, à volonté, selon que l'on veut faire monter ou descendre la figure (1).

Si l'on veut faire quelque scène d'apparition double, telle qu'une religieuse dans un cloître (dite *la nonne sanglante*), un brigand dans une forêt ou dans une caverne, ou autres, il faut alors un second appareil, ou une bonne lanterne magique dans laquelle on place un tableau représentant l'endroit où l'on veut produire l'apparition. Cette lanterne se place sur un support quelconque, à une hauteur analogue à la toile, et un peu éloignée d'elle; dans l'appareil à engrenage, on met la figure que l'on veut faire apparaître : on la montre d'abord très-petite, la dirigeant sur le fond du tableau ; et à mesure qu'on l'agrandit, elle semble s'avancer sur le devant de l'édifice, dont la grandeur ne varie pas. Pour cette expérience, les deux instruments doivent être placés un peu obliquement à la toile, et faire avec elle un angle un peu ouvert, afin que les rayons ne se nuisent pas mutuellement. Il faut avoir soin que le mouvement de la crémaillère suive convenablement celui du chariot, afin que l'objet ne

(1) La fantasmagorie a été perfectionnée par M. Charles Chevalier, ingénieur-opticien au Palais-Royal, qui, comme on le sait, apporte constamment quelques heureuses modifications aux divers instruments qui sortent de sa fabrique.

perde pas sa netteté ; mais avec un peu d'exercice, on s'habitue à bien juger et à bien rendre les effets.

RÉCRÉATION 20. — *Objets opaques fantasmagoriques.*

On substitue à l'appareil transparent le mégascope, et l'on place au petit support un objet quelconque, par exemple, un médaillon en plâtre, ayant soin de le bien centrer avec l'appareil. L'objet doit être placé à peu près au milieu de la boîte, et la boîte à deux mètres environ de la toile ; on éclaire l'objet par une ou plusieurs lampes placées sur le côté dans la boîte, les dirigeant de manière que leur lumière tombe bien sur lui. Ledit objet, ainsi éclairé, passe à travers l'instrument et va se peindre sur la toile avec une amplification qui est en raison de sa distance. Si l'objet n'est pas bien net, c'est qu'il n'est pas bien au foyer et l'on peut l'y mettre de trois manières, soit en l'approchant ou en l'éloignant du verre, soit en variant la distance de l'instrument à la toile, soit enfin en faisant mouvoir l'engrenage par le moyen de la manivelle.

Si l'on veut voir des objets un peu grands, il ne faut se servir que d'un seul verre, et se mettre un peu plus loin de la toile ; mais, si l'on n'a que de petits objets, il faut mettre le second verre, et on les grandit beaucoup plus à la même distance ; en général, dans cette expérience, plus l'on veut grandir à la même distance, plus il faut mettre les verres près l'un de l'autre, et plus il faut en même temps rapprocher l'objet du verre dans la boîte.

A chaque fois que l'on change l'objet de place, il faut s'assurer si la lumière tombe bien directement sur lui, condition essentielle pour qu'il paraisse bien sur la toile.

Pour les objets peints, on peut les éclairer des deux côtés, mais il en est qui ne doivent l'être que d'un seul, comme les bas-reliefs ou autres objets susceptibles d'être ombrés.

Le tombeau, le squelette et la procession se placent de même dans la boîte ; on passe la corde qui les fait mouvoir, par les trous pratiqués à la porte de la boîte, pour les mouvoir lorsqu'elle est fermée.

Lorsqu'on fait voir le tombeau, on imite le bruit de l'orage et du tonnerre, et, si l'on a un second appareil, on fait apparaître un éclair sur ledit tombeau, et le spectre est foudroyé.

Pour donner à ces expériences toute l'illusion dont elles sont susceptibles, il faut tenir les spectateurs dans une pièce parfaitement obscure, derrière la toile, n'ayant aucune communication avec les appareils, et bien connaître d'avance les

distances de l'objet et du verre, relativement à la toile, afin d'être sûr que l'objet soit bien à son foyer avant de le faire paraître sur la toile.

On pourrait de même faire voir la tête ou la main d'une personne, et même la personne entièrement, si la boîte était assez grande pour la contenir.

Pour les masques, on les tient simplement à la main; en tirant la corde de la soupape de la lampe, la figure paraît, et elle disparaît aussitôt qu'on la laisse retomber.

Procédé de la fantasmagorie, d'après M. Robertson.

On choisit une salle de 20 à 26 mètres de longueur sur 8 mètres au plus de largeur; elle doit être peinte ou tendue en noir. Le côté de cette salle, destiné aux appareils, exige un espace de 8 mètres 325 millimètres sur la longueur. Cette partie sera séparée du public par un rideau blanc de percale fine, bien tendu, qu'il faut provisoirement dissimuler à la vue des spectateurs par un rideau d'étoffe noire. Ce rideau de percale, d'au moins 6 mètres 50 millimètres carrés, et sur lequel doivent se réfléchir toutes les images, sera enduit d'un vernis composé d'amidon et de gomme arabique blanche, afin de le rendre diaphane.

Le parquet de la partie consacrée aux expériences doit être élevé de 1 mètre 30 cent. à 1 mètre 60 cent. au-dessus du sol, afin que les apparitions soient visibles dans tous les coins de la salle. Pour tous les autres détails, nous renvoyons au 1er volume des Mémoires de Robertson, page 325 et suivantes. (*A la Librairie Encyclopédique de Roret*).

Le principal appareil est le fantascope, caisse en bois de 550 millimètres dans tous les sens, tel que AA (pl. III, fig. 94), dont l'intérieur est peint en blanc, et l'extérieur en noir. On y communique par deux ou trois portes I, recouvertes de draperies noires, afin que la lumière ne puisse s'apercevoir au dehors lorsqu'elles sont ouvertes. Sur le devant, il y a en I une ouverture circulaire de 108 millimètres, à laquelle on adapte un tuyau de bois D, dont l'intérieur a 135 millimètres de diamètre sur 245 millimètres de longueur. Ce tuyau ne touche pas immédiatement la caisse A; il en est séparé de quelques millimètres, et c'est dans cet intervalle qu'on introduit les corps transparents qui doivent se peindre sur le rideau blanc auquel on a donné le nom de *miroir*. A ce tuyau D est fixée une demi-boule en verre de 108 millimètres de foyer, et 108 millimètres de diamètre. L'objectif de ce tuyau a 81 millimètres environ de foyer, et 35 de diamètre. Il est fixé sur un dia-

phragme qu'on rend mobile au moyen d'une crémaillère, en tournant le bouton F dans l'intérieur du fantascope ; au centre, et à environ 108 millimètres de la demi-boule, on place un fort quinquet G, muni d'un bon réflecteur parabolique en argent. La cheminée du fantascope est coudée ou droite comme T ; mais alors elle a des intervalles intérieurs pour empêcher la lumière d'être visible au dehors.

L'appareil R s'applique au bout du tuyau D, et lui sert de fermeture ; il est indispensable pour régulariser la lumière des objets. SS sont deux lames de cuivre réunies en R par un axe : au moyen d'un bouton, ces lames s'écartent l'une de l'autre ou se rapprochent comme les branches de ciseaux, et laissent passer plus ou moins de lumière, selon que l'image l'exige. Pendant la marche de la table M, que l'on nomme aussi *charriot*, c'est avec la plus minutieuse attention qu'on doit faire concorder les progrès de l'objectif et les mouvements des lames.

Telle est la disposition de l'appareil pour les objets transparents (1). Mais, lorsqu'on veut offrir au spectateur les images réfléchies des objets opaques, comme d'un portrait, d'une statue ou d'une personne vivante, il faut remplacer le tuyau D par un autre tube du diamètre de 162 millimètres environ, et contenant deux verres achromatiques très-purs, donnant ensemble 217 à 245 millimètres de foyer, et portant 135 millimètres de diamètre. Alors les corps opaques, qui doivent toujours être d'une couleur tirant sur le blanc, s'appliquent, renversés, au support I qui est en fer, et dont l'axe est à une distance convenable du verre achromatique. Pour ces expériences, il faut que le fond intérieur de la caisse A soit garni d'un morceau de velours noir ; leur perfection dépend entièrement de l'intensité de la lumière qui éclaire les objets. L'emploi des lampes à gaz hydrogène carburé, comprimé, doit offrir des moyens très-puissants ; à défaut, nous recommandons une lampe à gaz ordinaire, surtout si l'on ferme le haut de la cheminée de verre, comme le recommande Taylor, avec une gaze métallique, alors la lumière du gaz est plus que doublée.

L'appareil entier du fantascope A se place sur une table M

(1) L'exécution des peintures sur verre a beaucoup d'importance pour la fantasmagorie ; elle exige un dessin correct et une touche particulière. Les grands clairs s'obtiennent par la diaphanéité du verre qui n'a pas reçu de couleurs, et les parties ombrées se font à l'huile avec des couches transparentes. Les fonds de ces peintures sont tout-à-fait opaques ; il n'y a d'apparent que l'image dont on désire la représentation. Robertson dit qu'il n'a rencontré qu'un peintre qui entendit bien cette partie.

de 1 mètre d'élévation. Aux quatre montants N sont de petits rouleaux en cuivre, ayant pour but d'imprimer à tout l'appareil un mouvement doux et égal en avant et en arrière, sur deux coulisses en bois PP, bien parallèles, de 5 à 6 mètres de long, et fixées au parquet, dans le centre du rideau de percale que nous appelons *écran*.

Le rapprochement et l'éloignement de cet appareil, par rapport au miroir, combinés avec le mouvement de l'objectif, produisent la petitesse ou la grandeur de l'image ; il s'ensuit que, lorsque le fantascope est à 245 ou 270 millimètres du rideau de percale, les images transparentes sont les plus petites possibles, et ne dépassent pas la grandeur de l'original ; au contraire, quand l'appareil est reculé de 5 à 6 mètres, la représentation des images peut alors atteindre 2 mètres 90 cent. à 3 mètres 25 cent. de hauteur ; on doit comprendre que, si l'on ouvre convenablement l'ouverture R, pourvue d'un mécanisme particulier, l'image alors pourra n'avoir de lumière qu'en raison de sa plus ou moins grande dimension, en sorte qu'elle paraîtra aux spectateurs placés de l'autre côté de l'écran, dans un éloignement ou un rapprochement très-immédiat. Nous allons joindre ici quelques appareils de fantasmagorie également dus à Robertson.

Fantascope.

Le fantascope est composé d'un premier verre du côté de l'objet, de 650 millimètres de foyer, et d'un second verre du côté du plan, de 2 mètres 275 millimètres de foyer. La distance de l'un à l'autre dans le tuyau est de 108 millimètres. L'on applique ce tuyau à la distance de 5 mètres du miroir ; l'on éclaire les objets opaques avec un seul corps de lampe composé de cinq becs à courant d'air, munis de réflecteurs d'argent. Les objets ont 217 millimètres.

Mégascope animé, ou fantasmagorie vivante, de Robertson.

Pour avoir l'image d'un objet plus grand, d'une personne, par exemple, l'on applique à cette même cloison, qui sert à 6 mètres du miroir, l'appareil fig. 95, pl. 3.

A, boîte garnie d'environ 270 millimètres, peinte inférieurement en noir.

B, diaphragme, ouverture de 162 millimètres.

C, verre, objectif de 2 mètres 600 millimètres de foyer, et 54 millimètres de diamètre.

D, miroir parallèle de 162 millimètres.

G, l'image redressée de cet objet. Il faut l'appliquer, à

2 mètres 600 millimètres à 2 mètres 924 millimètres d'élévation, sur la cloison où s'applique le fantascope des corps opaques; éclairez fortement la personne en E, son image reparaît en G sur la toile.

Il est bon de faire observer qu'il est impossible, à cause de l'obliquité du miroir, que les pieds d'une personne soient au foyer du verre, quand la tête s'y trouve, et *vice versâ.*

Petit Répertoire fantasmagorique de Robertson.
Le rêve ou le cauchemar.

Une jeune femme voit en songe des tableaux fantastiques, tels que ceux qu'on doit au crayon romantique et correct du fantastique Barathier; le démon de la jalousie trouble ses sens, presse son sein avec une enclume de fer et tient un poignard suspendu sur son cœur par un fil. Une main décharnée et armée de ciseaux coupe le fil fatal; le poignard tombe, le sang coule, la jeune femme est couverte des ombres de la mort. L'amour paraît, l'enlève; un baiser rappelle la vie qui est près de s'échapper, et guérit la blessure avec des feuilles (*pétales*) de roses.

Mort de lord Littleton.

Ce lord soupait avec quelques amis; tout-à-coup il leur demande s'ils ont vu le fantôme qui vient de lui apparaître et de lui adresser ces mots : *A minuit, tu mourras.* Ses amis le plaisantent sur cette vision; on avance la pendule à son insu pour lui montrer que l'heure fatale est passée. Frappé de terreur, Littleton rentre chez lui, voit qu'il n'est pas minuit. L'heure fatale sonne, et il expire.

Représentation.

Littleton est à table entre deux personnes.

Un fantôme : l'horloge sonne sept heures.

On entend une voix : *A minuit, tu mourras.*

Littleton retombe sur sa chaise, et le fantôme disparaît. Tourments et inquiétudes de Littleton.

On voit un lit. — Quelques feux follets voltigent. — Le fantôme de la veille, ou la Mort, ouvre la porte, entre et s'avance vers le lit dont il entr'ouvre les rideaux. — On entend ces mots : *Littleton, réveille-toi.* Littleton se soulève, la pendule sonne minuit. — La même voix : *Voici l'heure.* — Au dernier coup de marteau, pluie de feu, bruit du tonnerre, Littleton tombe, et tout disparaît.

** Préparatifs du sabbat.*

Une horloge sonne minuit : une sorcière, dans l'attirail de celles de Macbeth, le nez dans un livre, lève le bras par trois fois. La lune descend, se place devant elle et devient couleur de sang. La sorcière la frappe de sa baguette et la coupe en deux. Elle recommence à lever la main gauche; à la troisième fois, des chats noirs, des chauves-souris, des têtes de morts voltigent, entourés de feux follets. Au milieu d'un cercle magique on voit cette inscription : *Départ pour le sabbat*. Bientôt après, arrive une femme à cheval sur un balai avec lequel elle s'élève dans l'air; et avec elle des démons sous diverses figures fantastiques, un fashionable, etc., tous montés également sur un balai. Deux moines et un ermite paraissent avec la croix; ils exorcisent, et, aux premiers jets d'eau-bénite, tout se dissipe.

Macbeth.

Le roi se présente chez Macbeth; il est reçu avec toutes les marques de respect d'un sujet soumis et fidèle. La femme de Macbeth, guidée par l'ambition, presse son mari de tuer le roi; le voyant indécis, elle va trouver trois sorcières qui suivent ses pas et promettent le trône à l'ambitieux. Celui-ci n'hésite plus, et le roi tombe sous ses coups. Apparition de l'ombre vengeresse et punition de Macbeth.

** Young enterrant sa fille.*

Sons d'un beffroi. — Vue d'un cimetière éclairé par la lune. — Young portant le corps inanimé de sa fille. Il entre dans un souterrain où l'on découvre une suite de riches tombeaux. Young frappe sur le premier; un squelette paraît; il s'enfuit, revient et travaille avec une pioche. Nouvelle apparition, nouvel effroi. Il frappe au troisième tombeau; une ombre se lève et lui dit : *Téméraire, que me veux-tu?* — Un tombeau pour ma fille. — L'ombre le reconnaît et lui cède sa place. Young y dépose sa fille. A peine le couvercle est-il refermé, qu'on voit l'âme de sa fille s'élever vers le ciel; Young se prosterne et reste en extase.

** Pétrarque et Laure à la fontaine de Vaucluse.*

Procession et sacrifice des Druides, cueillant le gui du chêne.

L'ombre de Samuel apparaissant à Saül.

Offrande à l'Amour.

Des flammes s'élèvent sur un autel; un Amour amène un adolescent, et sur cet autel paraît Vénus. Le jeune homme et l'Amour disparaissent insensiblement; le premier se montre ensuite à genoux. Vénus lui accorde une amante; ils s'enlacent dans les bras l'un de l'autre et disparaissent. Le même Amour revient avec un vieillard; un rosier au pied de l'autel se flétrit; Vénus et l'Amour se changent en squelettes, et le vieillard descend avec eux dans la terre.

Apothéose d'Héloïse.

L'on voit d'abord un cercueil d'argent, vivement éclairé. Un ange descend du ciel, et pose une rose sur ce cercueil, qui à l'instant disparait et fait place à une jeune femme dont les vêtements légers sont d'une blancheur extrême; elle a les bras croisés sur la poitrine avec une croix à la main. Elle se met à genoux, remercie Dieu, s'élève peu à peu et s'envole vers le ciel.

L'on peut multiplier ces petites pièces à l'infini; nous avons cru devoir nous borner à ces exemples. Le physicien peut en créer à son gré, suivant la nature de ses peintures, les circonstances, etc.

RÉCRÉATION 21. — *Danse des sorciers.*

Pour cette expérience, on place derrière la toile (et à 217 millimètres environ de distance) une cloison à peu près de même grandeur. Cette distance doit être fermée tout autour, afin qu'il ne passe aucune lumière par cet endroit. A cette cloison, on fait une ou plusieurs ouvertures, selon sa grandeur. A ces ouvertures, qui doivent être à peu près de 54 ou 81 millimètres de distance l'une de l'autre, on place des découpures en carton, et on les dispose de manière à pouvoir les couvrir à volonté, soit par une petite porte à coulisse, soit par un petit rideau.

Cette disposition faite, si on découvre les découpures, et que l'on tienne une lumière derrière, l'ombre de la découpure se peint sur la toile. Si l'on a plusieurs lumières, on a plusieurs figures, et le nombre de figures peintes sur la toile est toujours, comme celui des découpures, multiplié par les lumières. Si l'on éloigne les lumières, les figures diminuent de grandeur; si, au contraire, on les approche, elles grandissent; enfin, si on éteint les lumières, elles disparaissent. D'après cela, on conçoit facilement que, si l'on fait mouvoir les lumières avec un peu de symétrie, le mouvement répété sur la toile, et surtout accompagné d'un peu de

musique, produit un spectacle assez agréable, et même surprenant pour les personnes qui n'en connaissent pas les moyens.

RÉCRÉATION 22. — * *Fantasmagorie diurne et sans optiques. Galerie souterraine.*

Par la réflexion de deux miroirs, on peut monter une galerie souterraine, et tout-à-fait fantasmagorique. Il faut surtout une galerie ou un appartement profond d'environ 26 mètres ou davantage, s'il est possible. On dispose à droite et à gauche, en forme de coulisses, des découpures de tombeaux ou mausolées peints avec art. Le tout est fortement éclairé et vient se reproduire dans un miroir plan B (fig. 96), qui a 2 mètres 275 millimètres de diamètre. L'image de ce miroir est reportée dans un autre C plus petit, et c'est dans la profondeur de ce dernier que l'œil du spectateur croit apercevoir un souterrain ou une galerie qui descend dans l'étage inférieur de l'appartement. L'illusion devient complète si, dans le lointain, on a placé des jeunes enfants portant des fleurs sur ces tombeaux, et, sur le devant, des ombres drapées en blanc.

RÉCRÉATION 23. — * *La nonne sanglante.*

Le son d'une cloche lointaine se fait entendre. Au fond d'un cloître, faiblement éclairé par la lune, apparaît une nonne ensanglantée, avec une lanterne d'une main et un poignard de l'autre. Elle arrive lentement et semble chercher l'objet de ses désirs. Elle s'approche tellement des spectateurs qu'il arrive souvent qu'on les voit se déplacer pour lui livrer passage.

Explication.

Cette récréation présente une grande difficulté. C'est de projeter une nouvelle image mobile sur le premier tableau représentant un cloître. Il est facile de prévoir que l'appareil qui servirait à la marche de la nonne sanglante deviendrait visible aux yeux des spectateurs, lorsqu'il se trouverait, dans la projection, des rayons de fantascope nécessaire pour le cloître. Pour résoudre ce problème, il faut placer le fantascope A (fig. 97), pour le cloître, du côté des spectateurs, et l'autre B, pour la nonne, en-deçà du miroir (la toile transparente).

Nostradamus et Marie de Médicis.

Par quels moyens, se demande Robertson, Nostradamus a-t-il pu en imposer à Marie de Médicis, qui, inquiète sur son futur destin, vint le consulter sur le sort de la France?

Ce physicien croit que cette illusion a dû s'exécuter de la manière suivante :

Le trône, placé dans la salle A (fig. 98), est réfléchi par un miroir caché dans le dais B. Marie de Médicis en voit la représentation dans un miroir C que porte l'Amour, etc.

RÉCRÉATION 24. — *Ombres chinoises.*

Faites une ouverture à une cloison d'environ 1 mètre 299 millimètres de longueur sur 650 millimètres de hauteur, de manière à ce que le côté inférieur se trouve à une élévation de 1 mètre 625 millimètres au-dessus du sol; couvrez cette ouverture avec une gaze d'Italie blanche et vernie avec le copal. Préparez beaucoup de châssis d'une semblable grandeur, sur lesquels vous tendrez de cette même gaze sur laquelle vous dessinerez au trait les sujets d'architecture ou de paysage en rapport avec les scènes que devront représenter les figures dont nous parlerons bientôt.

On ombre ces tableaux au moyen de plusieurs papiers très-minces et découpés. Lorsqu'il s'agit d'imiter les clairs, l'application sur la toile d'un ou deux suffit; il en faut trois ou quatre pour les demi-teintes, et six pour les ombres. La forme de ces papiers est facile à prendre; on n'a qu'à les calquer sur le trait du tableau, et les y coller les uns sur les autres le plus soigneusement et le plus exactement qu'on peut. On va plus vite en besogne et l'on rend ce travail plus correct en réformant le tout au moyen d'un peu de bistre. On doit exposer ces tableaux au grand jour pour juger de l'effet qu'ils doivent produire.

On prépare ensuite des figures d'hommes et d'animaux avec du carton découpé dont on rend les parties mobiles au moyen d'un fil; ces parties mobiles sont elles-mêmes accrochées à de petits fils-de-fer qui les font mouvoir en tous sens derrière et très-près de ces châssis. Il est bien évident que toutes ces figures sont supposées vues de profil, et qu'elles ne sont visibles que lorsqu'elles sont placées derrière les parties des tableaux qui sont peu ombrées. Il est inutile de dire qu'on leur fait représenter de petites pièces que l'on a composées, et que les mouvements de ces ombres sont en raison de l'adresse et de l'habitude de celui qui les expose à la curiosité publique.

EXPÉRIENCE. — *Lanterne propre à conserver la lumière au fond de l'eau.*

Cette lanterne doit être faite en cuir et être munie de deux tuyaux; l'un à la partie supérieure pour servir de chemi-

née, et l'autre à l'inférieure pour fournir l'air qui doit alimenter la combustion. On pratique diverses ouvertures au cuir pour y placer des verres, afin de répandre la lumière de tous côtés. Si l'on veut que cette lanterne serve à éclairer à la surface de l'eau, on la fixe sur une plaque de liége.

EXPÉRIENCE. — *Faire un chandelier dont on ne soit point obligé de moucher la chandelle, et qui répande beaucoup de lumière.*

Ce chandelier peut être en bois, en ayant soin de plomber le pied, afin de le rendre plus stable. On fixe à ce pied une règle plate qui forme avec lui un petit angle. Une seconde règle croise perpendiculairement la première sur laquelle elle coule au moyen d'une mortaise destinée à la baisser ou à la hausser. A cette seconde règle est adaptée une bobèche par une espèce de curseur qui, l'embrassant, lui donne la faculté d'avancer ou de reculer à volonté. On assujettit, à la partie supérieure de la première règle, un cône de fer-blanc en entonnoir coupé par le haut, afin de laisser passer la fumée. La chandelle a la même inclinaison que les premières règles; l'extrémité du lumignon, ne se trouvant donc plus dans la flamme, se consume insensiblement; ce qui fait qu'on n'a nul besoin de la moucher. Outre cela, le cône en fer-blanc jouit de la propriété de réfléchir la lumière sur les objets dont on s'occupe, et produit, par ce moyen, une plus grande clarté.

EXPÉRIENCE. — *Lampe qu'on peut porter dans sa poche ou rouler à terre sans qu'elle s'éteigne.*

Attachez le vase contenant l'huile et la mèche, à un cercle de fer ou de cuivre, au moyen de deux petits pivots diamétralement opposés, de telle façon que, par pesanteur, ce vase puisse rester en équilibre autour de ces deux pivots, et tourner librement, au-dedans de ce cercle, en conservant constamment une situation horizontale, à peu près par le même mécanisme des boussoles. Ce premier cercle est muni de deux autres pivots diamétralement opposés et éloignés les uns des autres de 90 degrés, qui entrent dans un autre cercle métallique qui a deux autres petits pivots insérés dans un autre corps concave qui entoure toute la lampe, laquelle, au moyen de ces deux cercles, tourne librement au-dedans autour de six pivots qui lui donnent, quand on la tourne, six positions différentes. Lorsque cette lampe est au milieu, elle est à son centre de gravité, ou, pour mieux dire, le centre de gravité se trouve toujours dans sa ligne de di-

rection ; ce qui fait que, de quelque manière qu'on la tourne, elle est toujours dans une position horizontale qui ne permet pas à l'huile de se répandre.

RÉCRÉATION 25. — *Galerie perpétuelle.*

Soit une boîte AB (fig. 18) de 487 millimètres de longueur sur 325 millimètres de largeur, et 217 millimètres de hauteur ; ajoutez au-dedans, sur les deux faces A et B, un miroir plan qui soit d'une grandeur semblable. Enlevez l'étamage de celui qui est placé en B, c'est-à-dire à une étendue de 41 millimètres vers le point C, où doit être ménagée une ouverture pour regarder dans l'intérieur de cette boîte, en observant de l'élargir vers l'extérieur. Le dessus de cette boîte doit être formé d'un châssis servant d'encadrement à un verre revêtu au-dedans d'une gaze. Pratiquez sur les deux grands côtés deux coulisses EF ou un plus grand nombre, suivant celui des sujets que vous voudrez représenter ; ces coulisses sont destinées à recevoir les tableaux suivants :

Peignez soigneusement sur les deux côtés, ainsi que sur les surfaces opposées de deux cartons (voyez fig. 19), des sujets à votre choix, tels que des bois, des paysages, des jardins, etc. Ceux-ci doivent être découpés ; ils sont destinés à être placés dans les coulisses dont nous avons déjà parlé. D'autre part, peignez également des objets semblables sur deux autres cartons, mais rien que d'un côté, en faisant attention, 1° qu'il ne doit se trouver rien de peint sur celui qu'on doit mettre sur la glace vis-à-vis l'ouverture C ; 2° qu'il ne doit pas être chargé d'ouvrage, afin qu'après avoir été découpé et placé sur la glace, il n'en couvre qu'une faible partie (voyez fig. 20) ; l'autre carton doit être aussi découpé et si peu chargé de peinture vers le milieu, qu'il n'en offre que ce qu'il faut juste pour cacher la répétition de l'ouverture C, qui, sans cette utile précaution, deviendrait apparente sur la glace D ; enfin, placez ce dernier carton sur ce miroir D, et couvrez la boîte de ce châssis transparent.

Effet. D'après la disposition de ces miroirs, il est certain qu'ils doivent réfléchir l'un sur l'autre les objets qui ont été placés dans l'intérieur de la boîte de la manière que nous l'avons indiqué ; or, si c'est une allée d'arbres, une colonnade, etc., la personne qui regardera par l'ouverture C verra une allée ou une colonnade d'une longueur à perte de vue ; car, chacun de ces miroirs répétant de plus en plus faiblement ces objets, à mesure que ces mêmes réflexions sont devenues plus nombreuses, il en résulte qu'elles augmentent ainsi l'illusion.

Si l'on place des personnages dans ces divers sujets, il faut s'attacher à les varier, quoiqu'ils aient une découpure semblable, etc.; cela produit un plus agréable effet. Il est aisé de voir qu'on peut rendre cette récréation d'autant plus curieuse, qu'il y aura beaucoup plus de variété dans les objets, et qu'on en aura préparé un plus grand nombre.

EXPÉRIENCE. — *Démontrer pourquoi une avenue d'arbres, une longue galerie, etc., paraissent se rétrécir à leur extrémité.*

Il est un fait bien reconnu, c'est que, lorsqu'on se trouve à l'une des extrémités d'une longue galerie ou d'une allée d'arbres, les murs ou les deux rangées qui les forment semblent converger à l'extrémité opposée et diminuer successivement de hauteur ou de grandeur, cela tient à ce que les parties éloignées sont vues par nous sous des angles optiques de plus en plus aigus. En effet, l'intervalle entre E et D (fig. 18 *bis*) nous semble moins grand que celui qui existe en F et H ; de sorte que, si cette allée ou cette galerie se prolongeait assez loin, il en résulterait que les angles optiques, diminuant graduellement, finiraient par devenir nuls, et dès-lors le plafond et le plancher de la galerie, ou bien les rangées d'arbres, nous paraîtraient joints ensemble. Par la même raison, lorsque nous sommes au bord de la mer, elle paraît s'élever à nos yeux en pente douce, ou bien lorsque du pied d'une tour nous examinons sa hauteur, elle paraît pencher de notre côté.

EXPÉRIENCE. — *Micromètre de Rochon.*

Cet instrument se compose d'un double prisme de cristal de roche ou de carbonate de chaux limpide (spath d'Islande) qui présente les images doubles. On ajuste ce prisme dans une lunette, de manière à ce qu'il puisse se mouvoir sur la longueur. Par cette disposition, les images sont plus ou moins écartées, suivant la place qu'on fait occuper au micromètre, de façon qu'on peut le faire toucher ou bien le faire coïncider exactement Les mouvements du prisme sont mesurés par une échelle qui est jointe à la lunette, laquelle est divisée d'une telle façon, que l'on peut calculer ou la distance de l'objet qu'on regarde, si l'on en connaît déjà la grandeur, ou bien sa grandeur si l'on en connaît la distance, et finalement la grandeur et la distance par le moyen des deux stations.

RÉCRÉATION 26. — *Palais magique.*

Sur le plan hexagone ABCDEF (fig. 21) servant de base

à ce palais, tracez six semi-diamètres GA, GB, GC, GD, GE et GF; placez verticalement sur chacun deux miroirs plans très-minces, adossés l'un contre l'autre, taillés en biseau vers leur point de jonction et se réunissant tous au centre G (1) pour former une ouverture dont l'angle est de 60 degrés. Les points extérieurs et correspondants aux angles produits par la réunion de chaque deux glaces, doivent être décorés d'une colonne et de sa base, dans le but non-seulement de figurer un palais, mais encore de fixer ces miroirs au moyen d'une rainure pratiquée dans la partie interne de chaque colonne. Cet édifice doit être surmonté d'un dôme convenablement disposé.

D'autre part, préparez divers objets en carton et en relief représentant six différents sujets, lesquels soient susceptibles de produire un joli effet en décrivant une forme hexagone; dans chacun des six espaces triangulaires, formés par la disposition des deux miroirs, vous placerez six de ces sujets variés, en ayant soin de coller sur le point de jonction des deux glaces, quelque objet analogue aux sujets qu'on y place.

Effet. Si l'on regarde dans l'une des six ouvertures disposées entre deux colonnes de ce palais magique, on croira voir tout l'intérieur rempli des sujets qu'on y aura disposés, parce qu'ils sont réfléchis six fois par ces miroirs. Or, si l'on a placé, par exemple, une courtine et deux demi-bastions avec quelques soldats, on verra une citadelle flanquée de six bastions avec la garnison sur les remparts; il en sera de même d'une galerie ornée de tableaux, d'une salle de danse, etc. Il est inutile de dire que, dans chaque autre angle du palais, on jouit d'une nouvelle illusion, et qu'on peut, pour ainsi dire, y représenter une partie de l'histoire de la vie humaine. On peut, par exemple, montrer dans une partie une citadelle, dans l'autre un combat, dans la troisième un bois, dans la quatrième un bal, dans la cinquième un festin, et dans la sixième un hôpital.

RÉCRÉATION 27. — *Optique ordinaire.*

Les effets agréables produits par les divers instruments désignés sous le nom d'*optiques* sont si connus, que nous aurions pu nous dispenser d'en parler, si la construction de ces mêmes instruments n'exigeait point que nous entrassions dans quelques détails, afin de contribuer à leur perfectionnement.

(1) Voir les plan et profil adaptés à la figure.

Soit, 1° une boîte pyramidale CDEFGI (fig. 22), dont la base FG a 487 millimètres de longueur sur 325 de large, et à la partie supérieure 243 millimètres de H en D, et 162 de G en H. Cette boîte doit être presque entièrement ouverte sur sa largeur, et l'on doit couvrir d'une gaze cette ouverture, à l'exception d'un espace qu'on réserve dans le bas pour y introduire sur le fond I G E F les diverses gravures coloriées.

2° Placez au-dessus de cette première une seconde boîte à laquelle vous donnerez la forme d'un parallélipipède, en observant d'y pratiquer une ouverture ronde d'un diamètre égal à 162 millimètres, dans laquelle vous fixerez un verre convexe O au moyen d'un cadre; le foyer de ce verre sera l'intervalle qui existera entre le point où il se trouve avec le centre du miroir dont nous allons parler, et la distance de ce miroir avec le fond de la première boîte.

3° Le miroir plan M N doit être introduit et ajusté dans cette boîte, de manière à lui faire décrire un angle de 45 degrés. Par cette disposition, une gravure, placée dans le fond, paraît dans une position perpendiculaire, lorsqu'on regarde dans la boîte par le verre O.

4° A cet instrument joignez un grand nombre de gravures coloriées et ayant peu de sujets, en choisissant celles qui représentent des points de vue, des paysages, des coups de lumière, etc. Ces peintures, pour produire des effets plus agréables, doivent être très-peu chargées de couleur pour les lointains, ainsi que pour les grands clairs ; elles doivent, en un mot, être coloriées suivant les règles de la perspective. Quand elles sont ainsi préparées, on les colle sur des cartons de la grandeur du fond de la boîte, en recouvrant d'un papier noir le papier blanc qui entoure la gravure. Il faut aussi peindre en noir tout l'intérieur de la boîte.

Effet. Ces optiques nous montrent, dans un lointain fictif, les divers sujets qu'on place dans le fond de l'instrument. Il faut, pour cela, qu'ils reçoivent beaucoup de jour ou qu'ils soient éclairés par des bougies. On peut faire à ces estampes divers changements pour rendre ces récréations beaucoup plus agréables, en les découpant et rendant transparents les points qui sont lumineux, etc. Mais, comme il faut, en les éclairant par derrière et par-devant, changer la forme de la boîte et la compliquer, nous nous abstiendrons d'entrer dans d'autres détails.

RÉCRÉATION 28. — *Optique* dite *théâtrale.*

ABCD (fig. 23) offre une boîte de 812 millimètres de haut sur 325 de large, ayant un verre et un miroir disposés comme

dans l'optique précédente, et qui a au côté des coulisses placées à des intervalles inégaux, mais qui vont toujours en croissant vers le bas. Ces coulisses sont destinées à recevoir les cartons découpés D, lesquels représentent des décorations de théâtre ; au-dessous de tous ces cartons est un fond qui forme le sujet principal ; le carton supérieur représente une avant-scène à travers laquelle on distingue le sujet, etc. On est dans l'usage de placer un verre blanc sur chaque coulisse, afin qu'en adoucissant, par ce moyen, les cartons les plus éloignés, l'effet qu'ils produisent soit beaucoup plus agréable. Il est bon de faire observer qu'on doit mettre au foyer du verre O le carton qui en est le plus éloigné.

RÉCRÉATION 29. — *Cosmorama.*

L'amusement connu sous le nom de *cosmorama* est une optique du genre de la précédente, mais beaucoup plus simple. Elle consiste en un grand verre convexe derrière lequel on place à son foyer une gouache bien exécutée, d'une assez grande dimension, ayant ses bords masqués par un diaphragme noir.

La magie de cet instrument consiste particulièrement dans l'art d'éclairer le tableau convenablement et suivant les objets que le peintre a voulu représenter.

RÉCRÉATION 30. — *Optique à miroir concave.*

ABCD (fig. 24), boîte de 650 millimètres de longueur, 325 millimètres de hauteur et 405 millimètres de largeur. Fixez, dans l'un des deux plus petits côtés internes, un miroir concave H, de même grandeur et dont le foyer des rayons parallèles soit à peu près d'une longueur égale à celle de la boîte. Au point IL, placez un châssis en carton que vous aurez noirci et découpé à jour, d'une manière telle qu'on ait la facilité de voir dans le miroir la représentation du sujet qui aura été mis sur la surface intérieure EBFD. De l'autre petit côté, couvrez la partie supérieure de cette boîte de deux façons, savoir : celle du point A jusqu'en I, avec un morceau de planche, afin que le miroir concave soit privé du contact du jour ; et, depuis ce point I jusqu'à celui B, avec un verre recouvert d'une gaze.

A la partie supérieure du même côté où vous placez l'objet qui doit être réfléchi par le miroir H, ménagez une ouverture G, laquelle a 108 millimètres de large sur 54 millimètres de hauteur, et est destinée à regarder dans cette boîte ; enfin, vers E F, vous pratiquerez une ouverture longitudinale et étroite pour placer successivement les cartons.

Il est bien plus commode et bien plus agréable de coller ous les dessins qu'on veut représenter sur une pièce de oile qu'on peut faire tourner sur des rouleaux placés perpenicularement aux angles B D et E F. De cette manière, on s fait paraître successivement en tournant une manivelle u'on adapte à l'axe de ces rouleaux, et qu'on peut placer ussi vers les petits côtés de la boîte par le secours des pinons C D et des deux roues de champ A B.

RÉCRÉATION 31. — *Optique transparente.*

Prenez diverses estampes tirées sur du papier de Hollande ince, et choisissez de préférence celles dont la gravure est rte, comme pour les optiques ordinaires; lavez ces estames avec des couleurs légères, mouillez-les ensuite par derère, et mettez-les aussitôt en presse, entre deux papiers, endant environ deux heures, après avoir cependant mouillé essuyé l'un de ces deux papiers. Cela fait, on colle ces tampes, par leurs bords, sur un verre du côté duquel est gravure; placez ce verre sur un chevalet, afin de pouvoir s ombrer par-derrière, à travers le jour, et de les charger couleurs employées pour produire les ombres dans les eux convenables, suivant que ces ombres devront être plus moins fortes; ce que l'on reconnaît lorsque l'estampe, gardée à travers le soleil ou plusieurs bougies, paraît bien ègrader du clair à l'obscur.

D'autre part, ayez une boîte offrant, au côté antérieur, une verture égale à celle des estampes sur une profondeur de 2 millimètres; fixez-y un verre blanc, au-dessous duquel us mettez vos diverses estampes, que vous aurez auparant bien tendues sur des châssis. Pratiquez une porte au rrière de cette boîte, qui devra être doublée en fer-blanc dedans, et disposez-y, à diverses hauteurs, six petits supts destinés à six bougies.

Effet. — D'après les dispositions de cette boîte, il est évient que, les estampes se trouvant placées entre les bougies le verre, la vue en sera d'autant plus agréable que ces ugies auront été placées de manière à ce que la lumière it bien distribuée, sans être forte sur aucun point. Il est n de faire observer aussi qu'il ne doit point y avoir de lulière dans la chambre, ou du moins très-peu.

EXPÉRIENCE. — *Faire paraître double une pièce d'argent.*

Remplissez à moitié d'eau un verre dans lequel vous aurez is une pièce d'argent; couvrez ce verre d'une assiette sur

laquelle vous poserez votre main, et, prenant ce verre de l'autre main, vous le renverserez sur l'assiette promptement afin d'éviter la sortie de l'eau. Si vous regardez alors la pièce d'argent, vous l'apercevrez beaucoup plus grande en même temps que vous en verrez une seconde au-dessus de la première, et de grandeur naturelle.

On produit le même effet, mais d'une manière moins sensible, en la mettant dans un verre à moitié plein d'eau et sans le renverser.

RÉCRÉATION 32. — *Chambre obscure.*

La chambre obscure se composait jadis d'une grande caisse avec des miroirs et des objectifs; M. Charles Chevalier, ingénieur-opticien distingué, et son père, ont beaucoup simplifié, ou pour mieux dire, totalement changé cet instrument (1). Sa chambre obscure n'est plus en effet qu'un prisme triangulaire légèrement convexe et concave, qui rend sur le papier les objets avec les couleurs les plus vives, que l'on distingue encore mieux en l'entourant d'un rideau noir sous lequel l'on considère les objets par curiosité ou pour les reproduire. La Société d'encouragement a donné son approbation au rapport avantageux que M. Hachette lui a fait de cet instrument, au nom d'une commission. Depuis ce temps, M. Charles Chevalier a remplacé le prisme convexe par un prisme ménisque, ce qui lui donne, outre les avantages qui sont propres au prisme convexe, celui, très-précieux dans une chambre obscure, de produire l'image sans aberration, également nette dans toutes ses parties. Pour disposer cette chambre obscure, on place les montants dans les tenons entaillés pour les recevoir, on les fixe au moyen des vis qui y sont adaptées; on y pose la tablette, qui est retenue par des crochets. On place ensuite l'appareil dans l'ouverture pratiquée à la partie supérieure de la chambre obscure, on fixe les rideaux dans le cercle en bois, dont le côté est creusé en gorge de poulie, et l'on met une feuille de papier blanc sur la tablette. Ces dispositions prises, on fait glisser l'appareil pour l'approcher ou l'éloigner du papier, jusqu'à ce qu'on arrive au point d'une parfaite netteté des objets à peindre.

Conditions pour obtenir de bons effets.

Il est des conditions pour que les effets de la chambre

(1) *Voyez* la notice sur les chambres obscures, publiée par M. Charles Chevalier ingénieur-opticien, au Palais-Royal, No 158.

obscure soient les meilleurs qu'il est possible; elles consistent:

1° En ce que le prisme soit à une juste distance du papier; cette distance varie suivant l'éloignement des objets;

2° Le prisme en expérience doit avoir sa surface convexe parallèle à l'objet; la grande surface plane, qui fait fonction de miroir, inclinée à 45°, et la petite surface concave, parallèle au papier;

3° L'intérieur de la chambre obscure ne doit recevoir aucun jour;

4° L'on doit se placer à l'ombre et opérer sur des objets bien éclairés;

5° Il faut enfin bien essuyer le prisme avant de s'en servir.

Théorie. — Un faisceau de lumière horizontal, dirigé vers le centre de la face convexe, traverse le prisme, rencontre la face plane inclinée à 45° et s'y réfléchit; il tombe ensuite sur la surface concave horizontale et sort du prisme pour rentrer dans l'air et tomber sur le papier de la tablette, sur lequel il dépose, pour ainsi dire, l'image de l'objet d'où le faisceau de lumière est parti.

Effets utiles et amusants de la chambre obscure.

L'instrument que nous venons de décrire étant disposé convenablement, le dessinateur, dont le dos est tourné vers les objets à peindre, s'assied dans la chambre obscure et reçoit, sur une feuille de papier placée sur la tablette, l'image des objets extérieurs avec toute la netteté des contours et du coloris que nous offre la nature. Par ce moyen, on peut faire des dessins d'un accord parfait, puisqu'il ne s'agit que de calquer l'image des sujets qui viennent se peindre sur le papier, d'où l'on peut conclure que les dessins faits par le moyen de la chambre obscure ne sont qu'un calque de la nature. Un nouveau mégascope, qu'on peut adapter à cet instrument, fait qu'on peut peindre de la même manière les objets très-rapprochés; ce qui rend cet instrument utile pour faire ou le portrait en grand ou en miniature, ou la réduction d'un dessin, la disposition d'une draperie, etc. Ce dernier procédé, joint au prisme destiné pour le paysage, rend cette chambre obscure également utile pour toute espèce de dessin d'après nature.

Les effets de la chambre obscure ne se bornent pas au dessin : tout le monde sait qu'on peut y distinguer, avec la même facilité, sur le papier de la planchette, tous les objets extérieurs qui se trouvent placés vis-à-vis; telles sont les

maisons situées en face, la rue dans laquelle on voit circuler le monde, etc. (1).

RÉCRÉATION 33. — *Pronopiographe.*

Cet instrument est une nouvelle chambre obscure perfectionnée, pour laquelle M. Soleil a pris un brevet d'invention; il fait voir les objets d'une ligne horizontale sur un plan vertical. Il diffère beaucoup des autres chambres obscures. C'est un prisme rectangulaire d'une forte proportion. Placée derrière l'objectif, dans une boîte conique, à laquelle est une glace dépolie, richement encadrée qui se place dans un appartement et dans l'épaisseur d'un mur, elle fait voir un tableau vivant des objets de dehors, représentés avec toutes leurs couleurs, leurs mouvements, et dans leurs dispositions naturelles. Cet instrument peut se construire aussi en boîte carrée, en forme de meuble, et représentant trois tableaux, dont deux latéraux ne déplacent pas les images : ce qui est à droite reste à droite, ce qui est à gauche reste à gauche; ce qui fait que trois personnes peuvent copier le même dessin sans se déranger mutuellement.

RÉCRÉATION 34. — *Chambre claire* (camera lucida). — *Ses effets et moyens d'en faire usage.*

Les diverses chambres claires ont été perfectionnées par M. Charles Chevalier, qui a publié une notice détaillée sur leur usage et leur théorie, ainsi que sur celui des chambres obscures.

La *camera lucida*, la plus employée maintenant et le meilleur instrument pour dessiner d'après nature, est la chambre claire du professeur Amici, de Modène.

Il y a trois principales circonstances desquelles dépend le meilleur effet de l'instrument; 1° l'exacte disposition des lentilles; 2° la juste hauteur de la machine sur la table; 3° l'illumination bien proportionnée du papier et de l'objet.

Les règles suivantes pourront servir de guide à ceux qui n'ont point l'habitude de s'en servir.

1° Le pied de la machine doit être fixé à une table solide sur laquelle on a mis une feuille de papier; on ploie le soutien F (fig. 95, pl. I) de manière que la chambre claire vienne à être sur la feuille même; on tourne le prisme de verre S vers l'objet Q (fig. 96) que l'on veut copier, en le faisant

(1) Nous devons à M. Charles Chevalier des documents qui nous ont été fort utiles. On trouve chez cet habile opticien, au Palais-Royal, No 158, les divers instruments que nous avons cités dans cet ouvrage.

tourner autour de l'axe jusqu'à ce que l'œil, appliqué sur l'ouverture du diaphragme L, voie du haut en bas, à travers le verre V, l'image droite dudit objet projetée sur la carte en P (fig. 97), et qu'il en ressorte la plus grande netteté.

Cela fait, si l'objet se trouve distant environ autant de la chambre claire que celle-ci l'est du papier, la copie se trouve d'une dimension à peu près égale à celle de l'original : les deux lentilles, dans ce cas-là, doivent se mettre obliquement hors d'action, comme on voit la seule C, parce qu'elles sont inutiles.

Mais, si la chambre claire est beaucoup plus éloignée de l'objet que du papier, la copie est d'une dimension plus petite, et il faut alors adapter leurs lentilles entre leurs pivots, de manière que la colorée C puisse se situer obliquement, et la planche B parallèle au papier P (fig. 97), comme il est représenté dans la figure E. Si, au contraire, la chambre claire est plus voisine de l'objet que du papier (alors la copie sera plus grande que l'original), les lentilles doivent se renverser de manière que, la colorée restant hors d'action, on puisse placer la planche verticalement entre le prisme S et l'objet Q (fig. 96).

2° La juste distance de la machine sur le papier se reconnaît par l'expérience suivante :

On porte la pointe du crayon sur un point quelconque distinct de l'image de l'objet que l'on voit dépeint sur le papier, et on meut l'œil sur l'ouverture dans toutes les directions : si, par ce mouvement, la pointe du crayon correspond toujours au même point de l'objet, l'appareil est bien disposé; au contraire, si le crayon change de position, il faut le réduire à rester fixe, soit en allongeant, soit en raccourcissant le soutien F.

3° L'objet peut être trop illuminé ou trop obscur, comparativement au plan sur lequel on veut le copier. Dans le premier cas, la main qui doit dessiner se perd de vue ou s'aperçoit fort peu; dans le second, on ne voit point l'image de l'objet, ou on le voit trop faiblement. Il s'ensuit que ce n'est que dans le cas d'une clarté égale qu'il est permis d'user facilement et avantageusement de la machine. La meilleure manière de régler la lumière est la suivante :

Si l'objet est trop resplendissant, de manière à ne point laisser voir le crayon (ce qui arrive fréquemment quand on copie des paysages vus d'une fenêtre), on doit approcher la table de la fenêtre même, jusqu'à ce que le premier reçoive suffisamment de lumière pour faire ressortir le crayon dessus sans trop offusquer l'image; et, si cette précaution ne suffit

point, il faut hausser le verre coloré et le placer verticalement devant le prisme, pour en tempérer le trop grand jour.

Mais il pourrait bien arriver, malgré cela, que l'on ne réussit pas à bien voir, dans tous les points, et le crayon et l'objet, parce que tous les points d'un même objet peuvent être plus ou moins éclairés ou d'une couleur différente. Dans ce cas, il est nécessaire, avant tout, de transporter la table dans une position où la clarté du papier égale celle des parties les plus éclairées de l'original. Quand on a dessiné ces parties, sans rien changer dans l'appareil, le dessinateur peut, avec le seul aide de la main gauche, ombrer graduellement les endroits du papier correspondants aux parties les plus obscures de l'objet, et régler à volonté la lumière, de manière que le crayon s'aperçoive également bien sur tous les points de l'image de l'objet.

Ce même artifice de donner de l'ombre au papier est nécessaire aussi lorsque l'on veut copier des objets existants dans une chambre, lesquels doivent d'abord être exposés au plus grand jour venu directement de la croisée; on se place avec la machine de manière à pouvoir commodément ôter, comme il a été dit, ou donner de la lumière suivant le besoin.

On peut éviter l'artifice de donner de l'ombre au papier, si, au lieu de se servir de papier blanc, on en prend du noir en dessinant avec du crayon blanc. Dans ce dernier cas, l'image de l'objet se voit avec une clarté supérieure, et les commençants réussissent plus facilement à en suivre les contours.

Un temps obscur, et par conséquent les approches de la nuit, ne sont point favorables pour dessiner des objets placés dans une chambre peu éclairée.

Le contraste modéré des couleurs facilite le dessin des contours : ainsi, on dessine mieux les cheveux d'une personne et les habits colorés de la même, etc., si on fait transporter une toile blanche derrière ces objets.

Si on veut prendre les traits d'un individu, il convient que l'œil du dessinateur, et par conséquent la machine, soit environ à la hauteur de l'œil de celui qu'on veut dessiner : il est presque indispensable, en outre, que celui-ci ait la tête fixée sur un appui, parce que le plus petit mouvement ôterait toute ressemblance.

Les myopes et les presbytes peuvent faire usage de leurs bésicles respectives, s'ils ne voient pas distinctement dans la machine.

La grandeur de la copie est à la hauteur de l'original à peu près comme la distance de la machine à la copie est à la distance de ladite machine à l'original; par exemple, si l'instrument est placé à 325 millimètres du papier et à 650 millimètres de l'objet, la copie est la moitié de l'original; s'il est éloigné de 325 millimètres du papier et de 975 millimètres de l'objet, la copie en est le tiers; au contraire, si l'objet est plus près de l'instrument que le papier, alors la copie est plus grande que l'original; c'est le cas où la lentille convexe doit se placer contre le prisme vers l'original, comme il est dit à la fin de l'article premier.

Si on voulait tracer un ample contour, ou bien exécuter une copie d'un dessin tellement près de la machine qu'il ne pût être compris entièrement dans l'espace de la vision, on réussirait commodément en formant sur l'original et sur le papier ou la toile où l'on doit copier, des compartiments semblables et tels que chaque carré ou rond des mêmes compartiments pût se voir tout entier dans l'instrument, et ensuite en dessinant avec la chambre claire dans chaque carré de la copie, ce qui est contenu dans le carré correspondant de l'original; par ce moyen, on copie avec beaucoup de facilité et d'exactitude les grandes cartes géographiques.

Voulant dessiner sur du papier ou de la toile une figure entière de relief, comme une personne ou une statue, etc., et la copier d'une grandeur à ne pouvoir être contenue tout d'un trait dans la machine, il convient de s'éloigner de la figure originale jusqu'à ce que l'image soit totalement embrassée par la machine : le dessin entier exécuté ainsi sur le papier (lequel sera plus petit que l'on ne désire), on pourra l'agrandir à volonté, en réglant par compartiments, et le copier par parties sur une seconde feuille, comme il a été dit précédemment.

Mais ici il convient d'avertir que les carrés correspondants, quoique très-semblables, ne sembleraient pas coïncider si le plan de l'original ne faisait point un angle rectangle avec l'autre de la copie, et, de plus, si le rayon perpendiculaire au plan où se trouve l'objet n'était pas projeté perpendiculairement par l'œil à la superficie du papier.

Cette condition cependant est remplie quand l'original est disposé verticalement avec précision; que la copie est posée horizontalement, et que l'axe du prisme est, dans le même temps, parallèle au plan vertical et horizontal.

Il est bon de se rappeler cette considération, lors même que l'on dessine sans régler, et cela pour ne pas altérer dans la copie la ressemblance que doit avoir l'objet.

En dessinant, on aura soin de ne pas intercepter, avec les cheveux ou autre chose, les rayons de lumière qui doivent montrer l'objet.

La chambre claire se dispose de la manière suivante, plus avantageusement, dans tous les cas où le dessinateur se trouve en position de pouvoir illuminer la main à un degré plus fort que l'original. On tourne le prisme autour du pivot, non vers l'objet, mais vers le papier; le dessinateur, regardant horizontalement par l'ouverture du diaphragme noirci qui doit alors se trouver dirigé vers lui, verra à travers le cristal l'original se copier, et, dans le même temps, en faisant parcourir le crayon sur le papier situé sur la table, il en verra la pointe qui semblera se mouvoir sur les diverses parties de l'objet, comme s'il y était transporté; il pourra dessiner ainsi facilement les contours qui l'intéressent, en dessinant la trace dans l'original avec l'image réfléchie du crayon.

Il est nécessaire, dans cette nouvelle disposition de l'instrument, lorsqu'on veut la copier plus petite que l'original, de renverser les lentilles de manière que la convexe puisse s'appliquer seule contre le prisme, et que la colorée reste hors d'action.

La 98e figure montre la position de l'instrument pour dessiner sur la table en regardant horizontalement. Q (fig. 99) est l'objet éloigné à copier et qui est regardé directement par l'œil O, à travers le verre V; la lentille blanche B est parallèle au papier P (fig. 100), et la colorée C hors d'action. Le crayon qui dessine en P se voit transporté en Q sur les diverses parties de l'objet.

Dans ce cas-ci également, si la pointe du crayon ne semble pas coïncider toujours sur le même point de l'objet quand on applique l'œil, dans différentes positions, sur l'ouverture du diaphragme, il faut approcher ou éloigner la machine de la table, comme il a été dit à l'article 2.

Il convient de faire observer que, si l'on adopte la première méthode de regarder de haut en bas, l'objet doit se trouver dans une position à être plus éclairé que le papier sur lequel on copie, et cela pour que la perte de la lumière de l'objet, qui se voit par le moyen de deux réflexions, lui ôte la surabondance de lumière : au contraire, en usant de la seconde manière, qui est de regarder horizontalement et directement l'objet, il faut que celui-ci soit exposé à un jour plus faible que celui du papier, qui, se voyant maintenant par les deux réflexions du prisme et du cristal, perd une partie de sa lumière.

Cette machine, qui est très-utile pour les personnes qui ne connaissent point le dessin, donne encore beaucoup d'avantage aux experts dans cet art, puisque le dessinateur ou le peintre, après avoir pris les contours du naturel de l'original avec la machine, et lui avoir donné ensuite à l'œil les ombres qu'il croit nécessaires, peut confronter son travail avec l'image naturelle, en transportant l'un à côté de l'autre, et juger avec beauconp de facilité ce qui manque pour imiter le vrai.

Le commençant, exécutant lui-même de simples esquisses, et les comparant ensuite alternativement par ces moyens avec la machine, pourra acquérir ce coup-d'œil si nécessaire pour l'exacte distribution des diverses parties.

L'artiste habile s'épargnera beaucoup de temps, en déterminant les principaux contours de la représentation compliquée qu'il entend retirer du vrai ou de la copie déjà exécutée.

Télescope aquatique de l'invention de Leslie, aux Etats-Unis.

Leslie a inventé un télescope aquatique, au moyen duquel on peut voir au travers de l'eau, et explorer le fond des rivières. Cet instrument s'allonge et se raccourcit, et il est garni de verre à chaque extrémité comme un télescope ordinaire. On l'enfonce dans l'eau vers le lieu qu'il s'agit d'observer.

Pour s'en servir pendant la nuit, on a suspendu à sa partie inférieure une lanterne cylindrique en verre, qui contient plusieurs becs de lampe. Un tuyau fixé au sommet de cette lanterne laisse échapper la fumée ; un autre tuyau fixé à la base apporte l'air nécessaire à la combustion. Ces deux tuyaux sont en cuir, et leur extrémité supérieure s'élève au-dessus de la flottaison.

Le télescope de Leslie nous rappelle une invention du même genre. Il y avait dans la rade de Livourne, en 1812, un navire submergé qui s'était considérablement enfoncé dans la vase. Un Français entreprit d'en débarrasser la rade. Il transportait, à l'aide d'une perche, des pétards qui, éclatant, déchiraient quelques parties du navire ; celles-ci venaient ensuite au-dessus de l'eau. Pour choisir les endroits où les explosions pouvaient produire le plus d'effet, le même homme se servait d'un long tube en fer-blanc qui lui permettait de distinguer au fond de l'eau beaucoup mieux qu'on ne le fait sans cet orifice. Il ne travaillait que pendant le jour. Mais l'idée d'introduire un fanal dans l'eau est déjà

fort ancienne. L'inventeur en est inconnu. L'abbé de Hautefeuille se l'est attribuée vers la fin du XVIIe siècle, et M. de Drieberg, vers le commencement du siècle actuel. Ils avaient seulement perfectionné une invention déjà décrite par Mersenne et par plusieurs autres auteurs qui ne la regardaient nullement comme nouvelle.

Télescopes aplanatiques.

Le docteur Blair a proposé, pour corriger l'aberration chromatique, une nouvelle composition fluide exempte des propriétés corrosives de celle employée par son père, l'inventeur des objectifs fluides. Cette composition se compose de :

Solution saturée de muriate de chaux. . .	40 p.
— de nitrate de chaux. . . .	20
Acide acétique très-concentré. . , ...	2

Le spectre secondaire formé par le nitrate combiné avec le *crown-glass*, est semblable à celui qu'on observe dans la combinaison du *flint* et du crown. La combinaison du crown avec le muriate offre des propriétés opposées, et c'est en combinant ces données, que Blair établit qu'on peut faire disparaître entièrement le spectre secondaire.

Microscopes, et récréations microscopiques.

Cet instrument, dont on attribue l'invention à Drebbel, en 1621, est proprement un nouvel organe à l'aide duquel nous surprenons les secrets de la nature dans les infiniment petits; nous y découvrons un nouvel univers, tandis qu'avec le télescope nous lisons jusque dans les cieux, et nous y observons la marche constante de ces mondes roulants sur nos têtes.

Les microscopes sont simples ou composés : les simples ne sont que des verres convexes ou des espèces de loupes; les autres sont des assemblages de plusieurs verres, par la combinaison et l'arrangement desquels les images des objets sont amplifiées et présentées d'une manière commode à l'œil de l'observateur. Le microscope simple est une lentille transparente convexe; plus elle possède ces qualités, plus elle est propre à faire voir l'objet net et amplifié; voilà pourquoi un globule de verre fondu au bout d'une aiguille et à la bougie, ou une goutte d'eau enchâssée dans un trou rond que l'on fait dans une petite lame de plomb, font un assez bon microscope. Les plus grands avantages qu'on puisse procurer à cet instrument, sont d'être applicable à toute

sorte de corps, d'être bien éclairé, et de pouvoir être manié commodément. Les artistes ont employé toute leur industrie pour le rendre aussi parfait qu'il leur était possible. Les meilleurs microscopes réunissent les qualités dont on vient de parler : ils sont composés de deux oculaires et d'une lentille objective dont le foyer est d'autant plus court qu'elle grossit davantage. L'image de l'objet grossi par cette lentille l'est encore davantage en passant par l'oculaire. Cet objet se voit d'autant mieux qu'il est éclairé par le miroir de réflexion placé au bas du microscope. On varie les lentilles comme on le désire ; quand les objets sont petits, on emploie les lentilles dont le foyer est le plus court. Quoique, depuis plus de deux siècles, l'on travaillât aux microscopes, tant en Angleterre qu'en Hollande et en France, et que cette partie de la dioptrique pratique semblât devoir être épuisée; cependant nous venons de voir, par des expériences certaines, qu'on était encore loin de la perfection. En effet, on avait négligé jusqu'à ce jour d'employer les combinaisons achromatiques pour la combinaison des lentilles, condition cependant indispensable pour la netteté des images. Comment se fait-il que les physiciens n'aient point, comme Euler, pensé à imiter l'œil dans la construction du microscope? Mais enfin, ce célèbre géomètre s'est occupé du perfectionnement des microscopes par réfraction.

Il appartenait au savant qui, le premier, en 1747, avait provoqué la construction des lunettes achromatiques, d'appliquer aux microscopes l'heureuse combinaison de Dollond. Quoique les lentilles achromatiques aient été inventées vers 1760, ce n'est qu'en 1774 qu'Euler en proposa l'emploi dans les microscopes, et ce n'est qu'en 1826, tant la perfection dans les arts est difficile, que M. Vincent Chevalier et son fils ont construit le microscope achromatique d'Euler, en y ajoutant un nouvel appareil pour l'éclairage des corps opaques, un système de diaphragmes imaginé par Lebaillif, pour modifier celui des corps transparents, et d'y ajouter toutes les additions dont l'expérience a constaté les avantages ou la nécessité, afin de pouvoir observer commodément chaque espèce de corps, soit fluide ou solide, transparent ou opaque, sans trop le diviser. Cet instrument, doué d'un grossissement considérable, de clarté et de netteté, est en outre d'un usage très-facile. Sans doute, ces nouvelles découvertes mettront les physiciens en état de porter les observations microscopiques au plus haut point de perfection, et les amateurs et les gens du monde pourront y trouver facilement des délassements à leurs travaux ; car, dit Baker : « De toutes

» les inventions qui ont paru dans le monde, on n'en trou-
» vera peut-être aucune qui soit jamais constamment aussi
» propre à amuser, à instruire et à satisfaire l'esprit de
» l'homme. »

En même temps que M. Chevalier, Selligue a inventé un microscope perfectionné d'Euler, dont il a été rendu un compte avantageux à l'Académie des Sciences.

Pour bien faire les observations microscopiques, il y a plusieurs précautions à prendre.

On considère la grandeur, la nature, le tissu du corps qu'on veut observer, afin d'y appliquer les lentilles convenables.

Le premier pas à faire dans les observations, est d'examiner l'objet avec une lentille qui le représente en entier; on le détaille ensuite avec des lentilles plus fortes; car celles-ci ont moins de champ, mais développent davantage l'organisation ou la construction. On doit faire attention à la nature de l'objet, s'il est vivant ou non, solide ou fluide, si c'est un animal, un végétal, ou une substance minérale, et prendre garde à toutes les circonstances qui en dépendent, pour l'appliquer de la manière la plus convenable.

Si c'est un animal vivant, il faut prendre garde de ne le serrer, heurter et décomposer que le moins qu'il sera possible, afin de mieux découvrir sa véritable figure, sa situation et son caractère. Si c'est un fluide, et qu'il soit trop épais, il faut le détremper avec de l'eau; s'il est trop coulant, il faut en faire évaporer les parties aqueuses. Il y a des substances qui sont plus propres aux observations lorsqu'elles sont sèches, et d'autres lorsqu'elles sont mouillées; quelques-unes lorsqu'elles sont fraîches, et d'autres lorsqu'on les a gardées quelque temps.

De la position du corps qu'on observe, de la direction des rayons de lumière, de sa force, de son intensité, dépend la vérité des examens que l'on fait. Ainsi, on doit tourner les objets de tous côtés, les faire passer par tous les degrés de lumière, jusqu'à ce qu'on soit assuré de leur vraie figure.

Il y a des objets qui demandent beaucoup de précautions pour être examinés; d'autres n'exigent pas d'aussi grandes attentions. Quand les objets sont plats et transparents, en sorte qu'en les pressant on ne puisse pas les endommager, on peut les renfermer dans des glissoirs entre deux pièces de verre: tels sont les ailes des papillons, les écailles des poissons, la poussière des étamines des fleurs, etc., les différentes parties et même les corps entiers des petits insectes, et une infinité d'autres choses semblables.

Lorsqu'on veut examiner des animaux qui nagent dans les fluides, on prend avec un petit tube bouché, dit *bâton de verre à mélange*, une petite goutte du fluide à sa surface, on la pose sur un verre plan, s'il y a très-peu de liqueur et qu'on veuille voir l'objet avec une lentille d'un court foyer, et on ajuste la lentille à son point. Lorsque ces petits animaux sont en si grand nombre dans la liqueur, comme il arrive souvent que, roulant continuellement les uns sur les autres, on ne peut pas bien connaître leur figure et leur espèce, il faut enlever du verre une partie de la goutte, et y substituer un peu d'eau claire, dans laquelle ils nageront plus à leur aise, et on les verra plus distinctement. C'est tout le contraire, lorsqu'on veut examiner un fluide pour y découvrir les sels qu'il contient : alors il faut le faire évaporer, afin que ces sels, qui restent sur le verre, y puissent être observés avec plus de facilité.

Avec beaucoup de patience et de dextérité, on parvient à disséquer les petits insectes, comme les puces, poux, cousins, mites, par le moyen d'une fine lancette et d'une aiguille, surtout si on les met dans une goutte d'eau; car alors on pourra aisément séparer leurs parties, et les placer de manière à pouvoir les examiner.

L'eau dans laquelle on fait infuser des grains de poivre, pendant quelques jours, présente à l'observateur des animaux qui ont une infinité de pieds avec de longues soies en forme de queue ; d'autres ont une queue droite ou courbée en zigzag ; quelques-uns ont une figure ovale, d'autres en forme de carrelet ; on en voit qui nagent en avant et en arrière, et se balancent en marchant.

Dans les eaux où l'on a mis du foin, de l'avoine, de la paille, du froment, on voit des animaux, les uns ovales, semblables à des œufs de fourmi, les autres ayant la forme d'une bouteille, sans pieds ni nageoires. On en voit qui ressemblent à une vessie pleine d'eau, qui tournent sur eux-mêmes cent fois dans une minute, ou prennent un mouvement progressif. C'est alors que l'observateur passe des heures délicieuses à suivre les *protées*, les *volvox*, les *brachions*, les *vorticelles*, etc.

Dans la farine aigrie; dans du vinaigre affaibli, ce sont des espèces d'anguilles de différentes grosseurs, dans un mouvement continuel. Dans les infusions d'anémone, de rose, de jasmin, de basilic, de thé, on voit des animaux aussi variés que les différentes espèces de végétaux et fleurs auxquelles ils appartiennent.

Leuwenhoëk a découvert dans la matière gluante qui est

sous les gouttières, des animaux à deux et à quatre roues, armés de dents qui sortent de leurs têtes et tournent circulairement comme sur un essieu ; lorsqu'on les touche ou que l'eau s'évapore, ils se contractent. On les conserve, dit-on, plusieurs années sous une forme ovale dans ce limon desséché ; et, lorsqu'on délaie le limon dans l'eau, on les voit se ranimer, s'allonger et nager ; c'est l'animalcule qu'on nomme le *rotifère*.

La poussière qu'on voit sur le fromage et les fruits secs, examinée au microscope, offre une république d'animaux réguliers, bien organisés, voraces, et qui se mangent les uns les autres lorsque la nourriture leur manque.

Les eaux des étangs sont des mers remplies de mille animaux divers. Sous la lentille d'eau, on découvre le polype, cet insecte singulier qui se multiplie en autant d'individus également organisés, qu'on en fait de portions en le coupant ; qui avale son semblable, et même ses bras, qu'il regorge sans altération. Les observations qu'on peut faire au microscope sur cette reproduction ont de quoi piquer la curiosité.

Le pou, dont la vue fait horreur, devient intéressant au microscope ; on y voit les ramifications de ses veines, le battement régulier des artères, le mouvement péristaltique de ses intestins, et le passage rapide du sang dont il se nourrit. Son suçoir est sept cents fois plus délié qu'un cheveu, et ce suçoir est renfermé dans un fourreau pour s'en servir au besoin. L'ovaire de la femelle contient toujours cinq ou six œufs prêts à sortir, et environ soixante-dix autres plus petits dispersés comme dans l'ovaire d'une poule.

La mouche présente au microscope des richesses qui étonnent, un luxe qui éblouit ; sa tête est ornée de diamants, son corps est tout couvert de lames brillantes ; elle a de longues soies et un plumage éclatant ; un cercle argenté environne ses yeux ; sa trompe est construite de manière qu'elle a la double propriété de trancher les fruits et d'en pomper les sucs. Les yeux ressemblent à un miroir à facettes ; dont chacune est un œil composé de toutes ses parties ; leur nombre effraie l'imagination, mais probablement se réunit à l'unité pour l'animal. Leuwenhoëk en a compté sur un ver-à-soie jusqu'à 6,236 ; Hook, sur un bourdon, 14,000 ; et, à la mouche-dragon, 25,088 ; au milieu de chaque lentille est une tache sept fois plus petite et environnée de trois cercles.

En examinant les couches successives de l'écaille du poisson, on reconnaît son âge par l'accroissement des lames qui

a lieu chaque année. On dit que la peau humaine paraît composée d'écailles à cinq pans qui anticipent les unes sur les autres. Les poils des animaux s'y reconnaissent pour être des tubes extrêmements petits. Malpighi a vu des valvules et des cellules médullaires de la structure la plus élégante et la plus délicate. Le sang, la salive, l'urine, le chyle, le fiel, les humeurs ne contiennent point d'animaux vivants; mais la liqueur spermatique en contient une quantité innombrable.

Veut-on examiner le sang, on en étend une goutte sur une lame de verre à l'instant où il sort de la veine, ou bien on le délaie avec un peu d'eau tiède ou du lait chaud; sa circulation s'observe avec plaisir dans la patte d'une jeune grenouille; ses parties s'y distinguent aisément sous la forme de globules; on suit avec l'œil la marche de ce fluide, le degré de son impulsion, sa progression, sa vitesse et la direction de sa course dans les vaisseaux. A quel point la nature n'a-t-elle pas porté la ténuité de ses parties! Leuwenhoëk et Jurine ont calculé que 160 de ces globules, placés les uns à côté des autres, égalent à peine la longueur de 2 millimètres; ils les ont trouvés mous et flexibles dans un état de santé, mais durs et raides dans la maladie. Lorsqu'on observe le sang dans les animaux vivants, on voit sa circulation, les altérations qu'éprouvent ces globules en passant d'un grand vaisseau dans un plus petit, et jusqu'à la forme ovale qu'ils sont obligés de prendre pour y entrer. Si l'animal expire dans le cours de l'observation, on est témoin de tous les changements qu'il subit et des causes qui les opèrent.

Si l'on veut observer la structure intérieure des plantes, qui sont composées de trachées pour la circulation de l'air, de vaisseaux lymphatiques et de vaisseaux propres, il faut, pour les trachées, couper l'écorce dans les branches herbacées sans entamer le bois, rompre ensuite le corps ligneux, de façon qu'en faisant cette rupture on puisse tirer en sens contraire les parties rompues; on aperçoit alors entre les parties que l'on sépare des filaments très-fins qui échappent à la vue, mais qu'au microscope on reconnaît pour être formés de petites bandes brillantes roulées en spirales, et qui sont fort analogues à celles des insectes, d'où l'on peut leur attribuer le même usage, qui est d'introduire l'air dans l'intérieur des plantes, et de concourir par là à la circulation des liqueurs. Les vaisseaux lymphatiques sont aisés à reconnaître. Quant aux vaisseaux propres, on les remarque à un suc laiteux qui s'en échappe lorsqu'on coupe transversale-

ment une plante ; ils sont très-sensibles dans certaines plantes, telle que l'*angelica sylvestris*, et la bardanne, si on les coupe dans le mois de juin.

Si l'on examine les feuilles des plantes, on en voit qui étalent aux yeux un tissu où la nature a prodigué des richesses et un travail inimitables ; telles sont celles de sauge, de mercuriale et d'églantier. Ce sont des grains de cristal, des lames d'argent, des grappes, des nœuds, que les plus habiles de nos artistes n'imiteront jamais.

Le microscope est un instrument devenu indispensable au physiologiste, au chimiste et au physicien ; il peut, en outre, procurer aux personnes qui ne sont point versées dans ces sciences, un grand nombre d'amusements utiles et raisonnables. Je dépasserais les bornes de cet ouvrage si je voulais indiquer la moitié des objets qui sont propres à être examinés par cet instrument utile et amusant, qui nous donne, pour ainsi dire, des yeux infiniment plus pénétrants, et qui nous découvre des merveilles qu'il nous serait impossible de concevoir sans son secours. Chaque créature, chaque fruit, chaque fleur, chaque goutte d'eau et chaque particule de la matière nous fournissent une instruction nouvelle, un nouveau plaisir.

Microscope de diamant.

De toutes les substances que fournit la nature ou l'art, le diamant paraît être le plus propre à faire de petites lentilles épaisses pour des microscopes simples, par leur grande puissance réfractive, leur peu de dispersion et une aberration longitudinale très-faible. M. Pritchard, de Londres, a réussi à faire, avec une pierre de la plus belle eau, une lentille fort mince, doublement convexe, de rayons égaux, et dont le foyer est de 2/10 de millimètre. Son grand angle d'ouverture montre son peu d'aberration chromatique sphérique. Il paraît constant, par un grand nombre d'expériences, que, bien que la puissance réfractive de différentes pierres varie beaucoup, si l'on travaille un diamant et un morceau de verre de glace de la même manière, et ayant le même rayon, on trouvera que le diamant grossit les objets, par rapport au verre, dans la proportion de 8 à 3.

Microscope solaire.

Ce microscope, qui a plusieurs rapports avec la lanterne magique, fut inventé par Liéberkuyn. Il diffère du microscope composé, en ce qu'il renferme un appareil propre à porter une vive lumière sur l'objet ; mais avec cette grande différence, c'est que l'observateur, au lieu de recevoir dans

l'œil les rayons de l'image produite par l'objectif, les voit sur un tableau blanc placé à 5 ou 6 mètres de l'oculaire, afin d'avoir une image beaucoup plus grande. Il en résulte que la première doit tomber en avant du foyer de l'oculaire, au lieu d'être en arrière comme dans le microscope simple. Voici la construction de ce microscope :

On dirige un rayon solaire sur une lentille au moyen d'un miroir placé en dehors au volet d'une fenêtre ; on dispose une lame de verre sur laquelle on place l'objet qu'on veut examiner ; au foyer de la première lentille s'en trouve une autre petite, dans laquelle les rayons se croisent et vont ensuite, en divergeant, peindre, tendue au-devant, une image renversée et si amplifiée de l'objet, qu'une puce paraît de la grosseur d'un mouton. Le croisement que font dans l'oculaire des axes des faisceaux émanés de cette image, la redresse ; et si les contours de ces faisceaux tombent précisément sur le tableau on y voit une seconde image droite, d'autant plus grande que l'oculaire en est plus éloigné.

Il est des microscopes solaires qui sont construits de manière à pouvoir écarter ou rapprocher l'oculaire de l'objectif de manière à faire concourir les rayons de chaque faisceau sur un tableau placé à l'avance ; la preuve que les concours s'y font est démontrée par l'extrême netteté de la seconde image.

Œpinus a rendu cet instrument propre à représenter des objets opaques ; un miroir concave dirige les rayons solaires vers une lentille ; ces rayons vont ensuite en convergeant sur un miroir plan, d'où ils sont réfléchis sur une lame d'ébène qui sert de porte-objet, et qui, par ce moyen, se trouve fortement éclairée ; les rayons se portent ensuite sur une lentille, d'où ils vont, en divergeant, peindre une image amplifiée sur la toile.

Microscope au gaz.

On sait que le microscope solaire dont nous venons de donner la description est l'instrument le plus récréatif, et peut-être un des plus capables de conduire à des découvertes, parce qu'il représente les objets beaucoup plus grands qu'au moyen des autres instruments amplifiants. Il y a aussi d'autres avantages : les yeux les plus faibles peuvent s'en servir sans fatigue ; plusieurs personnes peuvent en même temps voir les mêmes objets, en examiner toutes les parties et s'entretenir de ce qu'elles ont sous les yeux ; on peut aussi, par ce moyen, prendre sans peine la figure exacte d'un objet, car on peut en calquer l'image sur l'écran même. Le microscope au gaz a tous les avantages du microscope solaire, avec

cette différence que l'objet n'est point éclairé par le soleil, mais bien par une lumière artificielle, la plus intense qui existe ; elle fut imaginée il y a peu d'années par le lieutenant anglais Drummond, pour de nouveaux phares ; elle a été ensuite appliquée à l'éclairage des microscopes par M. Cooper, de Londres. Cette lumière prodigieuse est produite par des jets de gaz oxygène et hydrogène mélangés dans les proportions qui forment l'eau, et enflammés et dirigés sur un cylindre ou sur une boule de carbonate de chaux qui, par ce moyen, deviennent tellement incandescents que la vue peut à peine en supporter l'éclat. Ce foyer lumineux, convenablement concentré sur de petits objets, les éclaire fortement, ce qui permet d'envoyer leur image énormément agrandie snr un écran blanc placé de 3 à 10 mètres de distance et plus. L'avantage du microscope au gaz sur celui dit *solaire* est de pouvoir servir en tout temps, puisque la lumière qui éclaire les objets est artificielle.

Il était plus difficile qu'on le pense généralement, d'inventer un appareil propre à produire la lumière dont nous avons parlé ; car pour projeter sur le carbonate de chaux les gaz oxygène et hydrogène enflammés, et cela pendant des heures entières, il a fallu imaginer une certaine disposition de gazomètres qui envoyassent séparément à la combustion les quantités exactes de chacun de ces gaz qui ont des densités différentes. Il eût été extrêmement dangereux de se servir d'appareils contenant les gaz mélangés, puisque l'oxygène et l'hydrogène forment un gaz détonnant qui, enflammé, ferait éclater les réservoirs et renverserait tout ce qui serait autour d'eux. Cependant, au moyen de l'emploi de toiles métalliques (suivant la méthode de Davy), quelques personnes se sont risquées à faire usage d'appareils à gaz mélangés ; tels étaient ceux que du docteur Warwick. Celui que M. Charles Chevalier a construit avec l'un de nos professeurs de physique n'a plus ces graves inconvénients, chaque gaz est renfermé dans un réservoir séparé, d'où ils sortent par la pression d'une colonne d'eau commune aux deux réservoirs ; ces gaz séparés entrent par des tubes différents, plongeant au fond d'un vase très-haut et presque rempli d'eau. Les gaz se dégagent ensuite à la surface de l'eau, et s'y mélangent en très-petite quantité. D'ailleurs, ce vase est fermé à sa partie supérieure par un bouchon de liége, comme dans le pistolet de Volta ; de ce premier vase, ce gaz détonnant passe dans un autre vase semblable, mais beaucoup plus petit, aussi presque rempli d'eau (c'est une soupape de sûreté). De ce dernier réservoir de sûreté, le gaz s'échappe par un

tube portant à son extrémité 2 ou 300 toiles métalliques très-fines superposées et terminé enfin par quatre bouts de chalumeau ayant leurs orifices très-fins en platine. C'est par ces ouvertures que s'échappe le gaz détonnant que l'on enflamme et projette sur le carbonate de chaux. Dès cet instant, la plus vive lumière apparaît et continue d'avoir lieu jusqu'à ce que la source du gaz soit tarie. Cet appareil lumineux sera certainement un jour indispensable pour les grands travaux géodésiques, pour les phares, etc.; en supprimant le carbonate de chaux, on a le chalumeau de Clarke ou de Neumann, le plus puissant que l'on connaisse; car cette flamme fond le platine en un instant, volatilise le diamant, etc.; quelles expériences pyrognostiques ne peut-on pas faire avec un appareil si puissant, (qui cependant manque encore même dans nos plus riches cabinets de physique)! sans compter que bientôt, il faut l'espérer, MM. les professeurs de botanique, d'entomologie, de physiologie, etc., emploieront le microscope au gaz pour faire voir à leurs auditeurs étonnés toutes les beautés et les trésors cachés de la nature.

Microscopes simples formés par les lentilles des yeux de poissons, etc.

Tout le monde sait que l'imperfection inévitable des loupes simples, travaillées, même exactement, par les meilleurs artistes, est l'aberration de sphéricité, inconvénient très-grave, auquel ne peut suppléer la correction de l'aberration de refrangibilité que l'on obtient en éclairant l'objet avec une lumière homogène. M. Brewster recourt alors aux yeux de certains animaux, aux yeux de poisson par exemple, et en compose une lentille corrigée par la nature elle-même de toutes les imperfections des lentilles artificielles. Un petit poisson retiré fraîchement de l'eau eut le cristallin et l'humeur vitrée de l'un de ses yeux séparés de la sclérotide, au moyen d'une paire de ciseaux très-fins; le globule, dégagé de toutes ses petites fibres, fut posé sur du papier Joseph qui en absorba l'humeur vitrée; la lentille bien desséchée fut ensuite mise à une ouverture circulaire, pratiquée dans une surface plane, avec une position telle, que le circuit des petits filets (procès ciliaires) par lesquels la lentille était attachée à l'œil se trouvait en contact avec le bord de l'ouverture; dans cette position, l'axe de la lentille était perpendiculaire au plan de l'ouverture, et, par suite, coïncidait avec l'axe optique du spectateur. Ayant formé deux ou trois lentilles semblables, dit M. Brewster, je fus surpris de la perfection avec laquelle les images s'y formaient, et aussi de l'effet

produit par ces lentilles lorsqu'elles servaient d'objectifs dans un microscope composé. Une pareille lentille peut durer quelques heures et peut être conservée longtemps soit dans l'humeur vitrée d'où elle a été extraite, soit en la plaçant dans un air humide. Mais la facilité de s'en procurer de nouvelles permet de les jeter après s'en être servi. Elles peuvent être d'un grand secours pour le naturaliste.

RÉCRÉATION 35. — *Kaléidoscope.*

Cet instrument, dont la renommée fut européenne, est une modification des machines de catoptrique que l'on rencontre dans tous les cabinets de physique amusante. La disposition commode et portative que lui ont donnée les Anglais, est la cause de la célébrité que la mode lui a consacrée un moment. Cet instrument restera toujours pour orner les cabinets de physique par ses effets agréables et multipliés. Il est composé de deux glaces formant un angle plus ou moins ouvert, suivant le nombre des réflexions que l'on veut de cet angle. A une extrémité on place l'œil, et à l'autre on met, entre deux verres dont un est dépoli, quelques fragments de verre de diverses couleurs, qui, étant répétés régulièrement par les glaces plusieurs fois, produisent un nombre infini de figures régulières qui changent chaque fois que l'on meut l'instrument; puisque les fragments de verre se replacent d'une manière différente, sans qu'il soit probable que l'on retrouve la même disposition.

Description d'un kaléidophone ou kaléidoscope phonétique.

Prenez une plaque circulaire et horizontale d'environ 245 millimètres de diamètre; à égale distance de ses bords, élevez sur cette plaque trois petites tiges d'acier d'environ 325 millimètres de longueur; la première tige sera cylindrique et terminée à la partie supérieure par une petite boule de verre étamée intérieurement, de 4 millimètres de diamètre et très-mince; la seconde tige sera cylindrique et terminée par un petit plan qui devra pouvoir se diriger à volonté, et qui est destiné à recevoir des grains diversement colorés et arrangés entre eux; la troisième tige sera quadrangulaire et terminée par un porte-objet comme la précédente. Enfin, au centre de la plaque, élevez une tige cylindrique pliée à angle droit au milieu de sa longueur et terminée par un petit miroir sphérique. Maintenant, les grains brillants placés sur les porte-objets des deuxième et troisième tiges, viendront se réfléchir sur l'un ou l'autre des

miroirs sphériques, et les points brillants qu'ils y détermineront pour les yeux des spectateurs, varieront d'un nombre infini de manières, quand on fera vibrer les tiges, soit des miroirs, soit des porte-objets, au moyen d'un petit marteau ou d'un archet. Il résultera du fait bien connu de la durée des sensations visuelles, que chaque point lumineux semblera former des courbes continues, régulières ou en zigzag, très-curieuses à observer, et comme amusement, et comme faisant connaître la forme des vibrations des tiges d'après le mode d'ébranlement.

RÉCRÉATION 36. — *L'aphanéidoscope.*

L'aphanéidoscope, plus grec encore que son rival le kaléidoscope, a sur lui l'avantage, comme l'annonce son nom, de soumettre les corps opaques aux effets merveilleux de la lumière. Sa position verticale n'étant pas fatigante, donne, en outre, la facilité de fixer les dessins qui conviennent aux teintes adoucies par l'effet combiné de la catoptrique, et laisse l'œil incertain si l'objet est peint ou naturel. De petits bas-reliefs ou camées en plâtre se groupent en rosaces charmantes; les fleurs naturelles s'entrelacent en guirlandes parées des plus vives couleurs; les insectes vivants, à ailes brillantées, y produisent les surprises les plus agréables. Cet instrument est dû à M. Rousseau; il a été mis en usage et perfectionné par M. Charles Chevalier.

Eugraphe de M. Cayeux.

Cet appareil, dont nous empruntons à Robertson la description, est destiné à remplacer la chambre obscure. L'objet n'y est pas toujours produit renversé, mais les objets éloignés n'y arrivent pas distinctement. Il y a un avantage pour le peintre; on pourrait y dessiner le portrait avec un grand succès.

Cet appareil se compose :

1° De l'objectif A (fig. 103), de 162 millimètres de foyer et d'environ 108 millimètres de diamètre;

2° De deux lentilles C placées dans un tube F à la distance de 11 à 13 millimètres l'une de l'autre. Ces deux verres lenticulaires reçoivent les rayons à 27 millimètres après le foyer de l'objectif A, qui doit être mobile.

D, est un transparent ou glace dépolie pour recevoir l'image B.

Illusion d'optique, par M. Lehot.

Si l'on trace une ligne droite de 30 millimètres environ de longueur sur un carton blanc, elle paraîtra droite, quelle que

soit la position de l'œil ; mais si, en considérant cette ligne comme étant le côté d'un triangle, on trace deux lignes formant les deux autres côtés, et comprenant entre elles un angle très-obtus, la première ligne, vue obliquement, paraîtra courbe. Cette illusion est inexplicable dans la théorie ordinaire ; mais, si l'on admet le principe nouveau et fécond de la perception des images à trois dimensions, on apercevra facilement la cause. Si la base du triangle est plus près de l'œil que le sommet, son image dans le corps vitré sera une courbe dont la concavité sera tournée vers le cristallin. Le plus petit rayon de courbure de cette courbe correspondra au point où la perpendiculaire abaissée du centre optique de l'œil sur la droite objective rencontrera son image.

Enfin, l'image du sommet du triangle sera un point situé plus près du cristallin que l'image de la base ; en sorte que si l'on conçoit dans l'œil des droites passant par l'image du sommet du triangle et par chaque point de l'image de la base, elles formeront une surface terminée par deux lignes droites et une courbe. Ainsi, si la base du triangle nous paraît courbe, c'est, qu'en effet, son image dans l'œil est courbe, et que sa courbure est rendue sensible par la présence de l'image du sommet du triangle, qui en est assez voisine pour que l'on puisse juger de la distance qui le sépare de chaque point de l'image de la base. On conçoit aussi que le point où le rayon de courbure est un minimum, doit changer avec la position de l'œil : résultat théorique qui se trouve parfaitement confirmé par l'expérience.

On peut substituer au triangle un segment de cercle dans lequel on inscrit d'autres arcs de cercles concentriques, alors la corde paraît courbe. Enfin, si l'on trace un grand nombre de cercles concentriques, et que l'on mène une tangente au plus petit, cette tangente paraîtra courbe et tournera sa convexité vers le centre commun. Ces deux derniers faits s'expliquent évidemment de la même manière que le premier.

RÉCRÉATION 37. — *Illusion d'optique qui convertit le camée en gravure, et la gravure en camée.*

Supposez une surface plane horizontale, dans laquelle on creuse une cavité sphérique ; en éclairant cette cavité au moyen d'une chandelle placée à gauche, on remarque que la partie gauche de sa cavité est dans l'ombre, tandis que la partie droite est très-éclairée. C'est par la position de l'ombre que nous jugeons ainsi de l'existence d'une cavité. Si, au lieu d'une cavité, on pratique une convexité, la chandelle étant toujours placée à gauche, l'ombre est au côté droit.

D'après ces faits, si l'on regarde la cavité à travers une lunette, un microscope ou une simple lentille, qui retourne les objets, l'ombre de la cavité passera de la gauche à la droite, en offrant ainsi l'apparence d'une convexité. L'effet contraire aura lieu, c'est-à-dire, que la convexité sera métamorphosée en une cavité apparente, si on la regarde avec la même lentille. Telles sont la nature et l'explication que l'auteur, M. Brewster, donne de cette illusion, dont il a examiné plusieurs circonstances, dont voici la principale. Si, pendant qu'on regarde à travers la même lentille une concavité qui s'offre alors sous l'aspect d'une convexité, on place entre la cavité et la lentille un petit corps opaque projetant son ombre sur la cavité, la première illusion est surmontée par l'effet de ce petit corps et de son ombre, vus à la fois derrière la lentille, et la surface reprend sa forme concave; puisque le petit corps, qui est effectivement à gauche, et qui projette son ombre à droite, est alors vu à droite, projetant son ombre à gauche, ce qui s'accorde avec l'ombre de la cavité, et l'on juge que la surface est en effet concave, bien que la chandelle soit à gauche et l'ombre de la cavité à droite.

Si la surface dans laquelle se trouve creusée la cavité est transmise, le bord de la cavité, voisin de la chandelle, laisse passer une certaine quantité de rayons lumineux réfractés dans l'intérieur du trou, tandis que le bord de celui-ci, opposé à la chandelle, laisse passer ses rayons qui ne sont point réfléchis, en sorte que l'ombre est à droite et la partie lumineuse à gauche, bien que la lumière soit de ce côté : la cavité offre alors, en la regardant à l'œil nu, l'apparence d'une convexité, et l'on ne parvient à la voir sous la forme réelle qu'en la retournant avec une lentille. C'est à cette raison que les pierres translucides ne peuvent s'employer convenablement dans la sculpture pour les statues d'hommes ou d'animaux.

Voûte uranique de Cadet, *propre à l'enseignement de l'Astronomie et de la Géographie.*

Les voûtes uraniques sont de différentes dimensions et compositions. Une grande voûte uranique pourra contenir de 50 à 60 spectateurs, rangés autour d'un guéridon placé sur le centre de la voûte, et sur lequel sera mise en mouvement une des machines les plus modernes du système de Copernic, coordonnée suivant les proportions possibles et concordantes avec les signes du zodiaque : ainsi, chacune des planètes sera vue dans son passage devant chacun de ces signes.

Toutes les constellations seront représentées dans la voûte,

comme nous les voyons au ciel, fixées à la concavité, et leur reconnaissance, aidée par le mouvement apparent et par de simples développements sensiblement applicables aux faits existants, rendra plus intéressante et plus facile l'étude de la géographie et de l'astronomie.

Pour l'instruction particulière, il sera établi des voûtes uraniques de moyenne et de petite dimension, et diverses compositions et conformations, les unes représentant la concavité céleste jusqu'au tropique du capricorne mélus; et d'autres, en pièces de rapport, dont chacune exprimera des parties données, figureront la généralité de la voûte céleste par leur rapprochement; elles constitueront, dans cet état, un sphéroïde, à la surface duquel on verra décrits les continents, les îles et les eaux. Ce sphéroïde unique pourra donc tenir lieu de globe terrestre et de sphère armillaire et céleste.

Explication des figures.

Fig. 121, pl. 3, élévation de la voûte montée sur son estrade.

Fig. 122, plan de l'estrade et de l'escalier qui conduit sous la voûte.

b, estrade sous laquelle on arrive des deux côtés par un escalier *a*.

d, fig. 121, coupe verticale de la voûte représentant l'intérieur d'une demi-sphère, dans laquelle on voit les étoiles zodiacales.

c, cercle formant le bord de la voûte et représentant le zodiaque.

e, machine de Copernic établie au centre de la voûte et portée sur un pied placé au centre de l'estrade.

Schiamètre, ou machine propre à la mise en carte de dessins, d'étoffes et de rubans de soie de tous les genres.

Cette machine de M. Hedde se compose principalement d'une caisse en fer-blanc, en forme de lanterne, contenant une lampe à esprit-de-vin; d'un verre à glace, sur lequel est appliquée l'esquisse qui est peinte sur un papier préparé exprès, et d'un certain nombre de feuilles de cuivre gravées à jour, selon les armures de l'étoffe. Cet appareil a la propriété de grossir les sujets à la volonté, sans altérer les contours des dessins.

Soleil bleu pâle, dépourvu de rayons.

M. Léon Dufour, dans une lettre adressée à l'Académie des Sciences, a annoncé que, le 10 août 1831, il a constaté

le fait suivant à Saint-Sever. Le soleil, dit-il, était rond et blanc comme une lune, il était sans rayons apparents et on pouvait le regarder en face sans que la vue en fût aucunement offensée. Une heure après, cet astre était d'un bleu pâle, toujours dépourvu de rayonnement, et l'horizon de son coucher était d'un rouge vif, comme on le voit souvent lors des journées chaudes. Une sorte de brume éloignée de la terre et d'une densité remarquable était uniformément répandue dans les régions supérieures et voilait cet astre. C'est sans doute la cause de l'aspect singulier du soleil. La température était de 25° R., la pression de 652 millimètres, le vent soufflait de l'est, et le temps était calme. Dans la journée, on avait remarqué que les objets éclairés par les rayons du soleil à midi avaient une teinte bleuâtre.

Il paraît que les mêmes circonstances atmosphériques ont régné dans tout le midi; depuis, l'on a appris qu'elles s'étaient également montrées en Italie; enfin, M. Roulin dit avoir observé un fait analogue dans l'Amérique méridionale.

Télégraphes de jour et de nuit, par le Coat Kveguen.

En 1826, dit l'auteur, je trouvai le moyen de faire du sémaphore un télégraphe de jour : depuis cette époque je m'en sers avec le plus grand avantage pour signaler brièvement ce qu'on veut exprimer.

Cette découverte m'a amené à imaginer un télégraphe unique de jour et de nuit que j'ai fait exécuter; il se compose d'une cabane à deux faces, percées chacune de trois ouvertures circulaires qui sont partagées par une traverse horizontale ou verticale, suivant que la ligne du centre est horizontale ou verticale. Ces ouvertures sont recouvertes par un disque plané, dans lequel est ouvert un rayon qu'on rend blanc ou noir pour le jour (selon que le disque est noir ou blanc), et lumineux pour la nuit.

Les mouvements se font dans l'intérieur de la cabane, et l'on forme à volonté les angles droits et aigus à droite et à gauche vers le ciel et la terre. Les dimensions de cette cabane sont proportionnées aux diamètres des disques, dont les rayons sont eux-mêmes en rapport des distances d'un télégraphe à l'autre. Les expériences faites jusqu'à ce jour, en présence de plusieurs personnes, avec des rayons de différentes dimensions, ont parfaitement réussi; les dernières surtout ont surpassé mon attente : elles ont été faites le 21 mars dernier, à huit heures du soir, par un beau clair de lune. J'ai voulu m'assurer quelles seraient les dimensions à donner aux rayons lumineux, suivant les distances où pourraient être placés les télégraphes.

Le premier rayon était de 1 mètre 462 millimètres de long, sur 217 millimètres de large.

Le deuxième de 1 mètre 299 millimètres, sur 1 mètre 949 millimètres.

Le troisième de 975 millimètres, sur 1 mètre 299 millim.

Le quatrième de 650 millimètres, sur 975 millimètres.

Tous les signes faits avec ces rayons ont été parfaitement distingués par les guetteurs de la vigie du cap Sépet, distante de 4 kilomètres 20 de la tour du port, puisque le lendemain matin, ils les ont répétés avec le sémaphore.

D'après ces diverses expériences, il résulte que les rayons de 650 millimètres de long sur 81 millimètres de large, sont suffisants pour être vus à 7 kilomètres 80.

Ce télégraphe est fort simple dans sa construction et peu dispendieux; son établissement serait très-utile à l'entrée de nos ports pour signaler les bâtiments qui y entrent ou qui en sortent, et sur nos côtes, en temps de guerre, pour indiquer la position et les mouvements de l'ennemi.

Il pourrait aussi être bien utile dans une place de guerre qui serait assiégée, pour communiquer avec l'armée qui viendrait la débloquer; le ministre de l'intérieur pourrait également l'employer pour correspondre avec les départements.

L'appareil de ce télégraphe peut facilement être adapté aux fenêtres de deux maisons qui seraient en face l'une de l'autre.

J'ai aussi imaginé un télégraphe portatif de jour qui pourrait être placé à bord de nos bâtiments de guerre pour transmettre les ordres secrets d'un commandant d'une escadre ou d'une division, et communiquer sous voiles avec les vigies des côtes. Ce télégraphe a été exécuté par le vaisseau le *Conquérant*, d'après la demande qu'en a faite l'amiral de Rigny; il se compose d'un mât creusé pour renfermer ses trois ailes.

Le département de la guerre pourrait également l'employer pour la correspondance de ses corps d'armée.

Depuis mes dernières expériences, j'ai trouvé le moyen de signaler avec un seul rayon, plusieurs milliers d'articles, ce qui est très-avantageux, puisqu'il en résultera encore une plus grande économie pour son établissement J'en ai fait l'expérience avec une petite cabane placée au cap Sépet, et tous les signes ont été parfaitement distingués par un beau clair de lune, quoique le rayon n'ait que 650 millimètres de long sur 81 millimètres de large; je le fais servir journellement pour signaler les mouvements de bâtiments à vue.

Par ce nouveau procédé, le télégraphe portatif de jour pourra n'avoir qu'une seule aile, et sera plus facilement transporté d'un lieu à un autre.

Cadran vertical tracé sur une vitre propre à connaître les heures aux rayons du soleil, sans aucun style.

On prend un carreau de vitre sur lequel on trace un cadran vertical, selon la déclinaison de la fenêtre et la hauteur du pôle sur l'horizon, en prenant pour longueur du style l'épaisseur du châssis de la fenêtre. On colle ensuite cette vitre en dedans contre le châssis, ayant donné à la ligne méridienne une situation perpendiculaire à l'horizon, telle qu'elle doit être dans les cadrans verticaux. On fait coller en dehors contre le même châssis, vis-à-vis du cadran, un papier fort, qui n'était point huilé, afin que les rayons du soleil le pénétrant moins, la surface du cadran en fût plus obscure. Pour pouvoir connaître les heures au soleil sans l'ombre d'un style, on fait un petit trou avec une épingle dans le papier, vis-à-vis le pied du style qu'on a marqué dans le cadran. Le trou représentant le bout du style, et les rayons du soleil passant à travers, répandent sur la vitre une petite lumière qui montre agréablement les heures dans l'obscurité du cadran.

Moyen de s'assurer de l'heure qu'il est à l'aide de la main gauche.

Quoique ce moyen ne soit pas d'une précision rigoureuse, il nous paraît cependant bon à connaître.

On étend la main gauche, et on la pose horizontalement, le dedans tourné vers le ciel. On prend ensuite un brin de paille ou de bois qu'on place à angles droits à la jointure entre le pouce et l'index qu'on tient élevé au-dessus de la main, de la longueur qui est depuis cette jointure jusqu'à l'extrémité de l'index. On tourne ensuite la racine du pouce vers le soleil, la main étant toujours étendue jusqu'à ce que l'ombre du muscle, qui est au-dessous du pouce, se termine à la ligne de vie, alors l'extrémité de l'ombre du brin de paille montrera l'heure en tournant le poignet ou la racine de la main vers le soleil, et tenant les doigts également étendus. L'ombre, tombant au bout du doigt index, marque 5 heures du matin ou 7 heures du soir ; au bout du doigt du milieu, 6 heures du matin ou du soir ; au bout du doigt suivant, 7 heures du matin et 5 heures du soir ; au bout du petit doigt, 8 heures du matin et 4 heures du soir ; à l'articulation suivante de ce petit doigt, 10 heures du matin et

2 heures après-midi ; à la racine du même doigt, 11 heures du matin et 1 heure après-midi ; enfin l'ombre tombant sur la ligne de la main, dite *ligne de la table*, marquera midi.

Insectes lumineux dans l'Amérique du sud.

Le *Phosphoreus*, le *Noctilucus* et plusieurs autres insectes du genre *elater* donnent une lumière phosphorique si brillante au milieu de la nuit, qu'en plaçant un de ces insectes sur le feuillet d'un livre, on peut lire sans peine les plus petits caractères. Le *Noctilucus* se nomme *Cocujas* dans l'Amérique du sud où il est très-commun. Il a environ 40 millimètres de long ; il est d'une couleur foncée ; il a de chaque côté une petite tache jaune transparente ; ces taches, comme celles de l'abdomen du ver-luisant, sont lumineuses et répandent un éclat très-vif dans les ténèbres. Lorsqu'on met huit ou dix de ces insectes dans une fiole, ils donnent une lumière égale à celle d'une chandelle ordinaire. L'on raconte que les indigènes d'Hispaniola (Saint-Domingue), avant l'arrivée des Espagnols, ne s'éclairaient qu'au moyen de ces insectes. Lorsque sir Thom. Cavendisk et sir Robert Dudley débarquèrent pour la première fois aux Antilles, en voyant une multitude de lumières se mouvoir dans les bois, ils crurent que les Caraïbes s'étaient réunis en grand nombre pour les repousser, et ils s'empressèrent de retourner sur leurs navires.

Il y a dans cette partie du Nouveau-Monde plusieurs autres espèces d'insectes lumineux ; le plus beau de tous est le Porte-Lanterne, *Fulgora Lanternaria*, vient ensuite le Porte-Chandelier, *Fulgora Candelaria*. Ces derniers insectes répandent une lumière si vive que, lorsqu'on voyage de nuit, on éclaire suffisamment sa marche, en en fixant trois ou quatre sur un bâton, dont on se sert comme d'une torche ; ils sont très-communs à Surinam. Un voyageur a fait, dans la Revue Britannique, un récit intéressant de l'effroi que lui causa la lumière que ces insectes répandaient dans les ténèbres la première fois qu'il les vit.

Les Indous, dit-il, m'apportèrent plusieurs Porte-Lanternes sans m'avertir de leurs propriétés particulières ; je les enfermai dans une grande boîte en bois : au milieu de la nuit ils firent un tel vacarme que je fus éveillé en sursaut ; dès que je m'aperçus que ce bruit venait de la boîte, je m'empressai de l'ouvrir, mais je fus bien plus effrayé quand je vis une gerbe lumineuse qui s'en échappait ; à mesure que ces insectes en sortaient, ils faisaient briller de nouvelles lueurs.

Le docteur Darwin suppose que la phosphorescence de ces

insectes est destinée à leur procurer les moyens de trouver leur nourriture dans les ténèbres. Quoiqu'il en soit, on ne peut se faire une idée de l'effet magique que produisent ces insectes dans les ténèbres, au milieu d'une forêt vierge du Nouveau-Monde.

Neige lumineuse.

Vers la fin de mars 1823, une averse de neige tombée sur le Lochawe, dans l'Argileshire, étonna ou épouvanta ceux qui en furent les témoins. Quelques gentlemen, qui avaient traversé le lac pendant la matinée, eurent l'occasion de remarquer ce phénomène. Le temps avait été très-beau durant toute la journée, et les voyageurs revenaient chez eux, lorsque tout-à-coup le ciel se couvrit, ce qui les engagea à se hâter ; mais, en quelques minutes, ils furent surpris par une averse de neige ; bientôt le lac, leur bateau, leurs vêtements et tous les environs présentèrent l'aspect d'une surface lumineuse, d'une immense couche de feu. Quoique tout le monde parût brûler, on n'éprouvait aucune sensation de chaleur. Lorsqu'on portait la main sur la neige fondue, la substance lumineuse y adhérait de même que l'eau ; la neige conserva cette propriété pendant douze ou quinze minutes. La soirée devint calme, mais resta sombre. Les habitants n'avaient jamais vu de phénomène semblable, et plusieurs le regardèrent comme le présage de quelque calamité qui devait affliger leur pays.

SECTION III.

DE L'ÉLECTRICITÉ.

Le premier fait physique que l'on trouve consigné dans l'histoire de l'électricité, c'est la propriété dont jouit le succin ou ambre jaune qu'on vient de frotter, d'attirer de petits corps. Thalès de Milet attribue la force d'attraction et de répulsion de l'électricité à un esprit particulier mis en mouvement par le frottement. Cette hypothèse fut reproduite par Bayle.

Dans des circonstances favorables, le frottement, le contact, la pression, l'élévation de température, etc., développent dans tous les corps une propriété dite *électrique*, en vertu de laquelle ils attirent à eux et repoussent ensuite les corpuscules légers. L'explication de ce phénomène et celle des attractions qui ont lieu entre certains corps électrisés ont conduit le plus grand nombre de physiciens à admettre dans les corps deux fluides de nature différente, qui se neutralisent dans les corps à l'état ordinaire, et constituent cet état

d'équilibre qu'ils appellent *repos électrique*. Lorsqu'ils contiennent un excès de l'un de ces deux fluides, ils attirent les autres corps non électrisés. Par le frottement on accumule l'un de ces fluides à la surface des corps. Si l'on en approche alors un autre, ce fluide pourra traverser l'air et produire, avec celui qui est de nature différente, une étincelle accompagnée de bruit, de lumière et de chaleur, et en répandant une odeur *sui generis*. Ces deux fluides, réunis et neutralisés, ont reçu le nom d'*électricité* ou *fluide électrique*. On a assigné à chacun d'eux un nom différent : l'un est connu sous celui de *fluide positif*, et l'autre sous celui de *négatif*. On leur donne également ceux de fluide *vitré* et de fluide *résineux*. Ces dernières dénominations sont impropres, attendu que le verre et la résine se chargent de l'un et de l'autre de ces fluides, suivant la nature des corps avec lesquels on les frotte, et même suivant l'état de leur surface. Les molécules d'un même fluide se repoussent, et celles des fluides de diverse nature s'attirent. C'est sur cette propriété, aujourd'hui bien constatée, que plusieurs physiciens cherchent à établir la théorie des affinités chimiques. Suivant eux, le degré d'affinité des corps les uns pour les autres est d'autant plus fort qu'ils ont des affinités électriques plus opposées. Ce qu'il y a de bien démontré, c'est que les corps, en réagissant les uns sur les autres, présentent des phénomènes électriques fort curieux, que M. Becquerel a consignés en grande partie dans un Mémoire qu'il a lu à l'Académie des Sciences.

Lorsque la nature des corps qui aboutissent à du fluide électrique le permet, ce fluide s'étend à leur surface jusqu'à ce qu'il en rencontre un autre dont la nature particulière s'oppose à sa marche. Ceux qui donnent passage ou transmettent l'électricité sont appelés *bons conducteurs d'électricité ;* quand ils n'en développent pas par le frottement, on les appelle *anélectriques*. Ceux qui s'opposent à son passage, et par conséquent ne la transmettent pas, sont appelés *non conducteurs* ou *isolants ;* ceux-ci développent l'électricité par le frottement, et portent le nom d'*idioélectriques*. Il suffit souvent d'un changement de forme peur leur donner ou leur ôter cette propriété conductrice. La forme cristalline, par exemple, à l'exception de celle des métaux s'y oppose. Ainsi, le diamant et la glace sont mauvais conducteurs, tandis que le carbone et l'eau sont bons conducteurs ; le verre, la graisse, les résines, etc., sont de mauvais conducteurs, tandis qu'ils transmettent le fluide lorsqu'ils sont fondus. Il est aussi des conducteurs qui ne sont susceptibles que de recevoir une espèce d'électricité lorsqu'on en forme des chaînons pour le

circuit voltaïque. M. Hermann, à qui nous devons ces observations, les appelle *unipolaires*.

Le frottement a été longtemps l'unique moyen dont on se servait pour développer l'électricité ; les machines électriques reposaient sur cette propriété. De tous les moyens connus, celui que les chimistes ont généralement adopté, c'est celui qui est fondé sur le contact de deux métaux de nature différente, tant parce qu'il est beaucoup plus énergique que parce qu'il agit sans interruption. La découverte de cette propriété date de 1789 ; elle est due à Galvani, professeur de physique à Bologne. Il la fit en examinant l'excitabilité que produit l'électricité sur les organes musculaires. Il crut que le fer et le cuivre, par leur contact, développaient un fluide particulier auquel on donna le nom de *fluide galvanique*, et à la nouvelle science qu'il venait de créer, le nom de *galvanisme*. Volta entra bientôt après dans cette carrière, et la parcourut avec le plus grand succès. Il perfectionna les appareils de Galvani, et inventa celui qui porte le nom de *pile voltaïque*, au moyen duquel H. Davy, Gay-Lussac, Thénard, Berzélius, Wollaston, etc., ont fait une foule de découvertes. Depuis ce temps, plusieurs bons physiciens, à la tête desquels nous placerons le docteur Wollaston, se sont livrés à une foule d'expériences du plus grand intérêt, et ont reconnu l'identité des fluide galvanique et électrique, comme Franklin avait reconnu l'identité de celui de la foudre avec ce dernier ; de manière que la science électro-chimique est maintenant une de celles qui contribuent le plus au progrès de la chimie. Lorsque l'on soude une plaque de cuivre avec une plaque de zinc, leur système se constitue à l'état électrique ; le fluide positif s'accumule sur le zinc, et le négatif sur le cuivre. En réunissant plusieurs de ces éléments, qu'on appelle *paires de plaques*, et en les séparant par des corps conducteurs de l'électricité, sans action électro-motrice sur les métaux, tels que des morceaux de drap imbibés d'une dissolution saline ou acide, on forme cette pile de Volta au moyen de laquelle on est parvenu à décomposer l'eau, la potasse, la soude, etc., et à produire un tel degré de chaleur qu'on a liquéfié par ce moyen le carbone.

Les deux fluides positif et négatif se meuvent séparément avec une telle vitesse, qu'on a calculé qu'ils pouvaient parcourir, en dix secondes, un fil métallique d'une longueur de 39 kilomètres. Le fluide électrique ne peut être conservé dans le vide, ce qui annonce qu'il est retenu à la surface des corps par la pression atmosphérique. Il est même bien démontré qu'il ne se répand que sur la surface des corps, sans que la

forme creuse ou solide puisse y apporter aucun changement, non plus que la nature des corps, à moins qu'ils ne décrivent un ellipsoïde. Dans ce cas, le sommet du grand axe aura la couche la plus épaisse, et celui du plus petit la plus mince. D'après ce principe, il est bien évident que les corps sphériques retiendront beaucoup mieux le fluide électrique que les corps aigus, attendu que la couche de fluide électrique est bien plus considérable à l'extrémité des points que dans toutes les autres parties. L'on a constaté que la déperdition du fluide électrique était en raison directe du carré de l'épaisseur. C'est sur la connaissance de la propriété des pointes qu'est fondée l'invention des paratonnerres.

Lorsque les deux extrémités de la pile sont isolées l'une de l'autre, l'électricité galvanique est alors à l'état de tension ou de repos, et ses propriétés sont analogues à celles des machines électriques ordinaires. Mais, dès qu'elles sont mises en communication par un corps conducteur, de manière à former un circuit complet, l'électricité change d'état; elle se met en mouvement, établit des courants et un autre ordre de phénomènes qui deviennent tels que sa puissance chimique est incalculable. Aussi, la plupart des composés insolubles ne résistent point à son action ; l'aggrégation la plus forte est rompue; les corps sont fondus, brûlés ou oxydés, etc. H. Davy, l'un des chimistes qui se sont le plus occupés d'électro-chimie, a établi cette loi générale, que les métaux, les oxydes, les substances inflammables, etc., se portaient au pôle négatif, tandis que l'oxygène, le chlore, l'iode et les acides, se rendaient au pôle positif. La décomposition de l'eau nous en offre un exemple : l'hydrogène se rend au pôle négatif, et l'oxygéne au pôle positif.

Les corps non conducteurs servent à isoler le fluide électrique contenu à la surface des corps de la terre, qui en est le réservoir commun. On les nomme *isolants*.

On a imaginé des instruments très-ingénieux pour reconnaître la quantité de fluide des corps. On les appelle *électromètres*.

Ceux qui sont destinés à déterminer l'espèce de fluide qu'ils contiennent ont reçu le nom *d'électroscopes*.

Quant aux corps qui sont propres à développer l'électricité par leur seul contact avec des corps d'une nature différente, on leur a donné celui d'*électromoteurs*, d'après la dénomination d'*appareil électromoteur* que Volta avait donnée à son appareil.

Conductibilité de divers métaux pour l'électricité.

En supposant que les fils, traversés par une décharge d'électricité, s'échauffent d'autant moins qu'ils sont meilleurs conducteurs de ce fluide, on peut mesurer, par la chaleur ainsi dégagée, la conductibilité des corps pour l'électricité. L'auteur a pris des fils métalliques d'égal diamètre et de même longueur; il les a tendus horizontalement et successivement dans un ballon de verre de 81 millimètres de diamètre et les a mis de part et d'autre en communication avec une même batterie électrique. Le ballon plein d'air repose, par son col, au-dessus d'un petit réservoir, celui-ci contient de l'esprit-de-vin et communique avec un tube capillaire dont la grande branche se relève verticalement. Au moment où la décharge électrique traverse le fil tendu dans le ballon, ce fil communique sa chaleur à l'air du ballon, et cet air emprisonné se dilatant, fait monter plus ou moins dans le tube capillaire le liquide que ce tube et son réservoir contiennent. Voici tous les résultats obtenus de cette manière :

Métaux et alliages.	Effets.	Métaux et alliages.	Effets.
Cuivre.	6	Cuivre 1, argent 1.	6
Argent.	6	Cuivre 1, argent 3.	6
Or.	9	Cuivre 3, argent 1.	6
Zinc.	18	Or 1, argent 1. . .	20
Platine.	30	Or 1, argent 3. . .	15
Fer.	30	Or 3, argent 1. . .	25
Etain.	36	Etain 1, plomb 1. .	54
Plomb.	72	Etain 3, plomb 1. .	45
Laiton.	18	Etain 1, plomb 3. .	63
Or 1, cuivre 1. . . .	20	Etain 1, zinc 1. . .	27
Or 3, cuivre 1. . . .	25	Etain 3, zinc 1. . .	32
Or 1, cuivre 3. . . .	15	Cuivre 8, étain 1. .	18

On voit par ce tableau que le cuivre et l'argent produisant la moindre chaleur, sont les meilleurs conducteurs de l'électricité. Le diamètre des fils employés variait de 7/10 à 3/10 de millimètre en diamètre; mais cette variation était simultanée pour tous les métaux que l'on passait par les mêmes filières.

Courants électriques.

On ne possède encore que deux moyens pour comparer entre eux les courants sous le rapport de leur intensité; le premier consiste à faire osciller, pendant un temps donné, une aiguille à la même distance d'un fil conducteur traversé par des courants n'ayant pas la même énergie, et à calculer

ensuite l'intensité de chacun d'eux au moyen de la formule du pendule; le deuxième exige l'emploi du multiplicateur. Mais ces deux méthodes ne permettent pas de rapporter les intensités du courant à une mesure commune, facile à se procurer. Dans le but de parvenir à ce résultat, M. Becquerel a cherché à comparer, au moyen de poids, les effets magnétiques d'un courant. L'appareil destiné à cette évaluation est disposé ainsi qu'il suit :

On prend une balance d'essai trébuchant à une fraction de milligramme à chacune des extrémités du fléau; on suspend à une tige verticale un plateau et un aimant dont le pôle boréal est situé dans la partie inférieure; on dispose ensuite au-dessous, sur un appareil convenablement placé, deux tubes creux, en verre, d'un diamètre assez grand pour que les deux barreaux puissent y entrer aisément sans toucher les parois. Autour de chacun de ces tubes est enroulé un fil de cuivre de manière à former dix mille circonvolutions. Après avoir placé les barreaux suivant l'axe des spirales, on fait passer un courant électrique à travers le fil. Considérons d'abord une seule spirale. Il est évident que, selon la direction du courant, le barreau aimanté s'élèvera ou s'abaissera ainsi que le fléau avec lequel il est en rapport. Disposons maintenant la deuxième spirale de telle sorte que le mouvement du fléau s'exécute dans le même sens quand le fil est parcouru par le courant, et faisons communiquer ensuite les deux spirales l'une avec l'autre; les actions qu'elles exerceront sur les barreaux s'ajouteront nécessairement.

Quelques exemples vont donner une idée de l'usage de cet appareil. Ayant pris deux lames, l'une de zinc et l'autre de cuivre, présentant chacune une surface de 4 centimètres carrés, et en communication avec les deux spirales, on les a plongées en même temps dans 10 grammes d'eau distillée; les plateaux ont trébuché, et il a fallu ajouter dans l'un des deux, un poids de 2/5 milligramme pour maintenir l'équilibre; l'aiguille aimantée d'un multiplicateur à fil court qui avait été placé dans le circuit, fut déviée de 60 degrés. En ajoutant au liquide une goutte d'acide sulfurique, on fut obligé d'employer 35,5 milligrammes pour maintenir l'équilibre : les deux courants étaient donc en rapport de 1 à 14 environ.

M. Becquerel a cherché ensuite le rapport en poids entre des courants provenant des piles composées d'éléments plus ou moins nombreux. Avec une pile de 40 éléments, chargée avec de l'eau renfermant 1/60 d'acide sulfurique, 1/20 de sel marin et quelques gouttes d'acide nitrique, il a fallu

prendre 615 milligrammes pour maintenir l'équilibre ; d'où il suit que l'intensité de ce courant est à celle du courant obtenu avec un seul couple, dans le rapport de 17 1/2 à 1.

Pour mesurer les courants thermo-électriques, on s'est servi de spirales semblables aux précédentes, si ce n'est qu'elles étaient formées de deux rangées de circonvolutions. M. Becquerel en a fait l'application à la détermination des températures des diverses enveloppes de la flamme d'une lampe à alcool, au moyen de deux fils de platine, n'ayant pas le même diamètre, réunis par l'un de leurs bouts. Ces températures ont été trouvées égales à 1310°,98; 913°,24; 743°,50.

M. Becquerel annonce que des exemples nombreux lui ont prouvé qu'on peut, avec beaucoup de facilité, comparer ensemble par des pesées les intensités des courants produits par de l'électricité à faible et à forte tension. Lorsque l'on veut mesurer l'action continue d'une force, il faut chercher d'abord les moyens do lui donner une intensité constante. Or, le courant électrique produit par les piles ordinaires et même par un seul couple est sujet à des variations continuelles qui ne permettent pas de soumettre son mode d'action au calcul. C'est pour parer à cet inconvénient que M. Becquerel a construit une pile qui donne naissance à un courant dont l'intensité ne varie pas sensiblement dans l'espace de 24 heures et même quelquefois de 48 heures.

De l'action de l'électricité sur le corps humain.

Le corps humain est susceptible de recevoir les deux espèces de fluide électrique, de s'en charger à sa surface, s'il est isolé de la terre, ou de servir de conducteur, s'il est en communication avec d'autres corps. Le fluide électrique peut traverser un nombre indéterminé d'individus isolés de la terre, se tenant par la main, et se porter sur le corps que le dernier touche, sans éprouver aucune interruption dans sa marche, à moins que l'un d'eux ne se mette en communication avec la terre. Si l'on approche un corps conducteur qui ne soit ni électrisé, ni isolé, ni terminé en pointe, d'un homme électrisé et isolé de la terre, il se produit aussitôt un bruit accompagné d'une étincelle et d'une douleur *pongitive*; si plusieurs individus sont en communication électrique, ils l'éprouvent tous en même temps. On peut, en tirant un grand nombre d'étincelles dans une même partie du corps, développer une rougeur et même un gonflement.

Dès le moment qu'on est isolé et qu'on est en communi-

tion avec le fluide électrique, on sent les cheveux se dresser, le pouls devient quelquefois accéléré et la transpiration plus forte. Le fluide électrique ne se porte qu'à la surface de notre corps et jamais à l'intérieur ; il est donc bien évident qu'il ne doit exercer une action vive que sur les fonctions de la peau.

Production de sons musicaux par le galvanisme.

M. Page est parvenu à produire un son musical au moyen d'un courant galvanique. Il emploie une spirale verticale formée d'un long fil de cuivre recouvert de coton ; il la place entre les deux pôles d'un fort aimant en fer à cheval, et celui-ci rend un son prolongé chaque fois qu'on établit ou qu'on interrompt la communication du fil avec les deux pôles d'une batterie formée d'un seul couple. Ces expériences curieuses ont été variées par M. Delezenne, qui a obtenu un fort son et soutenu dans les branches de l'aimant en fer à cheval, par la rotation rapide du fer doux au moyen de l'électro-aimant rotatif. Le même appareil produisait un son moins fort par la rotation mécanique, soit du fer doux nu, soit d'un petit barreau aimanté substitué au fer doux, par conséquent sans l'intervention d'un courant électrique. Le même a encore obtenu le son en faisant tourner un court barreau aimanté entre les branches d'un fer doux recuit. Ces deux dernières expériences paraissent surtout intéressantes en ce qu'elles montrent que le fait découvert par M. Page n'exige pas nécessairement, pour être produit, la présence d'un courant galvanique.

Anguille électrique, connue à Cayenne sous le nom d'Anguille-Tremante.

Quoique cette anguille soit connue à Cayenne, il est difficile de se la procurer. Les secousses violentes qu'elle donne, épouvantent à tel point les nègres que je ne pus en avoir une qu'un an après mon retour en Amérique. La première qui me fut donnée avait 812 millimètres de long ; je la touchai légèrement avec le doigt sans en éprouver aucune secousse ; mais à peine eus-je porté le doigt sur le dos, que je sentis quelques légères secousses, qui se propagèrent seulement jusqu'au buste. Avant de me livrer à de nouvelles tentatives, je changeai l'eau du vase dans lequel elle était, et malgré toute ma diligence elle échappa et tomba à terre. Les nègres refusèrent de la prendre pour la remettre dans l'eau ; je fus forcé de la prendre par la queue, aussitôt que je l'eus entre mes doigts, je sentis une commotion violente

dans tous les membres qui me rendit un instant stupide. L'anguille était dans le vase à moitié plein d'eau, je la touchai le plus légèrement que je pus; je n'éprouvai point de secousse, mais un fourmillement considérable dans tout le bras, qui devint un grand engourdissement. Je la touchai ensuite avec un seul doigt et un peu plus fortement, je sentis à l'instant qu'une matière subtile passa avec une rapidité extrême dans tout le bras où elle produisit, vers la partie supérieure, une véritable percussion, comme si ce fluide avait rencontré là un corps qui se fût opposé à son mouvement; il survint un saisissement semblable à celui qu'éprouve un membre par une forte compression. Ce phénomène cessa vite. Je répétai plusieurs fois ces expériences dans la journée; le soir le bras fut un peu douloureux et engourdi, la tête pesante, le pouls élevé, un malaise général et de petites cardialgies; le repos de la nuit mit un terme à tout cela.

Le lendemain je touchai l'animal avec une baguette en fer; la secousse fut la même que lorsque je l'avais touché avec le doigt. J'entourai la poignée de cette baguette d'un petit mouchoir, et je n'éprouvai rien. Je mouillai ce mouchoir et la secousse fut alors la même..

MM. Rousseau et Molère, capitaines, ont répété devant moi cette même expérience avec le même succès; il en fut de même de cinq autres personnes. Les jours suivants, un nègre m'apporta plusieurs anguilles semblables, mais plus petites. Elles furent mises séparément dans un vase plein d'eau très-claire; les commotions furent très-fortes. Il est bon de faire observer que dans quelque partie du corps qu'on les touchât, on éprouvait une secousse, mais qu'il n'en était pas de même après plusieurs jours, surtout quand elles avaient été mises longtemps en expérimentation. Au moyen d'une fourchette en fer assez légère, j'ai éprouvé une secousse moins violente que par le moyen de quelques morceaux de fer de semblable grosseur qui n'étaient point polis, et d'autres qui étaient rouillés. Les couteaux, les ciseaux, les clés eurent moins de force que les clous ou autres morceaux de fer équivalents; les secousses furent moins violentes quand on employait un fer ayant un bout aigu au lieu de l'avoir rond. Le coup produit par une fourchette d'étain fut moins sensible que celui produit par une fourchette en fer, mais plus vif qu'avec une de plomb; une en argent n'a pas produit un plus grand effet que celle en fer; seulement la stupeur du bras m'a semblé plus grave et plus longue. Celle par l'or a été semblable à celle d'argent ou de cuivre; celle en bois, rien; il en fut de

même en y ajoutant un morceau de fer à l'extrémité qui touchait l'anguille, au moyen du verre, du soufre, de la cire d'Espagne et de toute autre substance résineuse, rien ; il en a été de même avec l'ivoire, la corne, les plumes.

On connaît aujourd'hui plusieurs poissons électriques qui appartiennent à diverses familles de ces animaux.

Femme électrique.

Ce fait extraordinaire a eu lieu le 23 janvier 1837, chez la femme d'un médecin d'Oxfort (Newhampsire), madame Hasfort, âgée de 30 ans, d'une constitution délicate, d'un tempérament nerveux et d'une humeur assez gaie. Elle n'avait jamais joui d'une bonne santé, sans cependant avoir jamais été plus d'un jour alitée. Depuis deux ans, elle avait éprouvé plusieurs attaques de rhumatisme aigu, de peu de durée chacune. Mais, dans l'automne et la partie de l'hiver qui précédèrent la manifestation de son état électrique, elle avait souffert beaucoup d'une névralgie dans plusieurs parties de son corps; sur différents points elle avait éprouvé des sensations analogues à celles que produirait l'application d'un fer chaud. Aucune médication ne put faire cesser cet état. Ce ne fut qu'après la cessation de son état électrique qu'une réaction heureuse amena une diminution considérable de la névralgie et des autres malaises de madame Hasford.

Le pouvoir électrique de cette dame se manifesta en novembre 1837 ; il augmenta en intensité jusqu'au mois de février; depuis lors il diminua graduellement jusqu'au milieu de mai, où il cessa entièrement. Ce dégagement d'électricité paraissait varier suivant les jours et les heures. Une température d'environ 27° C., un exercice modéré, une grande tranquillité d'esprit et les distractions semblaient être les circonstances les plus favorables à son intensité. Il cessait avant que le thermomètre fût descendu à 0. Dans les moments les plus propices, cette dame donnait, par minute, quatre étincelles de 41 millimètres de longueur, en approchant le doigt d'une boule métallique. Ces étincelles étaient très-vives et très-brillantes; elles pouvaient passer de la femme à la boule à travers une chaîne de quatre personnes. Pendant ces expériences, madame Hasford était placée sur un corps peu isolant, le tapis de Turquie de son salon. Du reste, ce dégagement d'électricité n'était accompagné, chez elle, d'aucun effet intérieur, et l'on ne vit jamais diverger ses cheveux ni robe. Il est bon de faire observer qu'ayant substitué à ses vêtements de soie des habillements de coton ou de laine, les effets électriques furent aussi intenses.

EXPÉRIENCE. — *Développer l'électricité avec du papier.*

Chauffez fortement du papier, posez-le à plat sur une table ou sur un plateau de bois, et frottez-le avec de la gomme élastique, en le tenant par un bout, vous vous apercevrez qu'aussitôt il adhérera au bois comme s'il était humide; dans cet état, si on le prend par les deux extrémités et qu'on le soulève, on entend un certain craquement entre le papier et le bois; enfin, lorsqu'il en est totalement séparé, si on en approche les articulations des doigts, on en tire des étincelles qui sont visibles, si l'expérience se fait dans l'obscurité.

AUTRE. — *Avec deux feuilles de papier.*

Cette expérience répétée avec deux feuilles de papier posées l'une sur l'autre, ces feuilles n'adhèrent pas sensiblement au plateau, mais tiennent fortement l'une à l'autre; et ce qui est fort curieux, c'est qu'en les séparant on trouve que le papier de dessus, qui est celui qui a été frotté avec la gomme élastique, est électrisé positivement, et l'intérieur négativement.

EXPÉRIENCE. — *Effet curieux d'électricité des feuilles d'or et de papier.*

Prenez deux demi-feuilles de papier à lettre, collez-les ensemble, après avoir placé au milieu une feuille d'or de 68 millimètres carrés; lorsqu'elles seront sèches, si l'on opère sur cette feuille, comme il a été indiqué dans l'avant-dernière expérience, et que l'on dessine avec un crayon une ligne en zigzag à partir de l'extrémité de la feuille d'or jusqu'au bord du papier que l'on tient avec les doigts, cette ligne paraît tout éclairée, à l'instar des sillons qu'offre l'éclair qui fend la nue.

EXPÉRIENCE. — *Effet de la congélation et du dégel de l'eau dans la bouteille de Leyde.*

Si l'on fait geler rapidement de l'eau dans la bouteille de Leyde, il y a dégagement d'électricité, l'intérieur de la bouteille étant faiblement chargé d'électricité vitrée; mais si l'on fait dégeler l'eau rapidement, cette électricité intérieure est résineuse.

RÉCRÉATION 38. — *Danse électrique.*

Prenez deux plaques de métal, supendez-en une au conducteur de la machine électrique, et placez au-dessous de cette plaque des cordons en soie qui vont se rattacher à la seconde, laquelle communique avec la terre par le moyen

d'une chaîne métallique. Mettez au-dessus de cette seconde plaque deux petites figures faites avec de la moelle de sureau, et tournez la roue de la machine ; aussitôt le fluide électrique se porte sur la plaque supérieure, laquelle attire soudain à elle les petites figures ; mais, dès qu'elles l'ont touchée, se trouvant électrisées par le même fluide, il en résulte une force de répulsion qui les fait tomber sur la première plaque qui soutire leur fluide et le transmet, par le moyen de la chaîne, au réservoir commun. Ces petites figures, se trouvant pour lors revenues à leur état ordinaire, sont de nouveau attirées et repoussées, etc.

Soleil électrique dans le vide

On prend, pour cette expérience, un petit soleil préparé de la manière suivante : à un cercle de laiton on applique horizontalement cinq fils purs de laiton tous pliés à angle droit dans le même sens; pour faire tourner ce soleil dans l'air libre, on le pose sur une base fixée sur le premier conducteur au moyen d'une aiguille aimantée. Le conducteur étant électrisé, le soleil tourne avec une célérité étonnante, ayant une étoile lumineuse sur la pointe de chaque fil. Ce soleil étant placé dans le vide sur un pied isolé en le faisant communiquer avec le conducteur, j'ai électrisé cet appareil longtemps, et le soleil est resté immobile; après avoir introduit l'air sous la cloche, si l'on continue l'électrisation, il tourne avec la plus grande facilité.

Cette expérience, qui offre une différence si marquante dans l'air et le vide, n'a pas reçu encore d'explication bien positive

Augmentation de poids que l'électricité fait acquérir aux liquides.

Comus, voulant éprouver si les liqueurs électrisées devenaient plus légères ou plus pesantes, entreprit, il y a déjà longtemps, les expériences suivantes en présence du duc de Chartres, de Rouelle, D'Arcet, Rozier, Delort, etc. : il prit un pèse-liqueur en verre, lesté au mercure, et le plongea dans un petit seau de pierre rempli d'eau. Il isola ce petit seau sur un plateau de cristal et après avoir électrisé l'eau, le pèse-liqueur s'éleva de trois degrés. L'étincelle tirée, l'instrument retomba au même degré où il était auparavant. Quand l'électricité est favorable, huit tours de roues de la machine électrique suffisent pour cela. Comus répéta l'expérience en mettant le pèse-liqueur dans une bouteille de Leyde pleine d'eau, les résultats furent les mêmes. Pour empêcher que le

pèse-liqueur ne s'attachât aux parois du petit seau, on y plaça dessus un couvercle en verre percé au milieu, afin de passer dans ce trou le tube de verre qui pouvait ainsi s'élever ou descendre à volonté. L'expérience, faite dans l'eau de la Seine distillée ou non, dans l'alcool et dans plusieurs acides, a donné toujours les mêmes résultats : l'instrument s'est toujours élevé de trois degrés.

D'où peut venir cette augmentation de poids ? Ce phénomène n'a point encore été bien expliqué par aucun physicien.

Mollusque électrique de l'île de Ceylan.

M. White, commandant le *Sherborn*, fit l'acquisition d'un individu de cette espèce, en passant près de Ceylan, et l'envoya, le plus promptement qu'il put, à M. James Calder, à Londres. Les indigènes le redoutent et ils en racontent des choses merveilleuses. Il y a, disent-ils, des individus de cette espèce qui atteignent de grandes dimensions et qu'on ne touche pas impunément. Ce contact, quelque léger qu'il soit, est suivi de l'engourdissement du bras, qui dure quelquefois assez longtemps. Ces animaux ont beaucoup de rapport avec les *astéries ;* ils en diffèrent assez cependant pour que les classifications méthodiques leur assignent une place éloignée de celle-là. Ils vivent aux dépens des plantes marines qui croissent sur les rochers. L'arme défensive dont la nature les a pourvus établit leurs analogies avec une espèce de raie et les *Gymnotes électriques* de la Guyane.

RÉCRÉATION 39. — *Carillon électrique.*

Placez au conducteur d'une machine électrique (fig. 26) une tige horizontale en cuivre, munie de deux timbres, dont l'un, en A, doit être suspendu par une chaîne métallique, et l'autre, en B, doit l'être par un cordon de soie et aboutir, au moyen d'une petite chaîne, au réservoir commun. Au centre, et entre ces deux timbres, est également suspendue une petite sphère métallique par un autre cordon de soie.

Dès qu'on met la machine électrique en action, le timbre A s'électrise, attire le corps *a*, et n'est pas plus tôt en contact avec lui qu'il le repousse, à cause de l'identité des fluides que l'un et l'autre contiennent. Le corps *a* se dirige aussitôt vers le timbre B, lui cède son électricité et retourne à sa place ; le fluide de ce ternier timbre est rendu par la petite chaîne à la terre, et le corps *a* est de nouveau attiré par le timbre A, repoussé et reporté à celui en B ; ce qui produit la récréation connue sous le nom de *carillon électrique*.

RÉCRÉATION 40. — *Carreau fulminant et bouteille de Leyde*

Comme on produit, au moyen de ces deux appareils, des effets très-curieux, nous allons en donner une idée.

Pour construire un *carreau fulminant*, on prend une plaque de verre dont on recouvre les surfaces antérieure et postérieure d'une feuille d'étain, en ayant soin de laisser dans tout le tour un espace non recouvert de 0,050 mètres.

Le *bocal électrique* ne diffère du carreau qu'en ce qu'il est fait avec un gobelet ou autre vase cylindrique en verre, recouvert, à l'extérieur ainsi qu'à l'intérieur, d'une feuille d'étain s'arrêtant à 0.050 mètres du bord.

Bouteille de Leyde. — Elle consiste en un flacon couvert à l'extérieur d'une feuille d'étain et ayant l'intérieur rempli de feuilles d'étain très-minces, destinées à remplacer la seconde garniture. Au goulot de ce flacon est adaptée une tige métallique courbée et terminée par une sphère du même métal, communiquant avec l'intérieur de la bouteille. (*Voyez* fig. 25.)

On charge ces appareils de fluide électrique en tournant la roue de la machine et mettant en contact, au moyen du conducteur, une des garnitures, tandis que l'autre communique avec le réservoir commun par une chaîne, ou bien en touchant seulement cette partie avec la main. Tel est le procédé qu'on suit pour charger la bouteille de Leyde : mais il est bon de faire observer que, si on la tient par le milieu et qu'on la charge par le bouton qui est à l'extrémité de la tige métallique dont elle est munie, et qu'on met en contact avec le conducteur, si la machine dégage du fluide positif, l'intérieur du flacon est électrisé positivement, et l'extérieur négativement; si on la prend au contraire par le bouton, et qu'on mette la garniture extérieure en contact avec le conducteur, l'électricité intérieure est négative, et celle de la surface extérieure, positive.

Batterie électrique.

Tel est le nom qu'on donne à une quantité plus ou moins grande de bouteilles de Leyde placées dans une caisse ayant le fond revêtu d'une feuille d'étain, dont on fait communiquer entre elles d'un côté toutes les garnitures intérieures et de l'autre toutes les garnitures extérieures. On charge cette batterie en mettant en contact avec le conducteur de la machine électrique une des garnitures, et l'autre avec le réservoir commun. Il est aisé de voir que l'effet d'une batterie électrique doit être d'autant plus fort, qu'il y a un plus

grand nombre de bouteilles de Leyde et qu'elles sont plus grandes. Quand on veut les décharger, on prend un excitateur dont on pose des boules sur la garniture intérieure, tandis qu'on approche l'autre de l'extérieure.

RÉCRÉATION 41. — *Foudroyer un oiseau.*

Si l'on décharge une batterie électrique sur un oiseau ou sur un autre petit animal, il meurt aussitôt comme foudroyé, C'est à cause de cela qu'il ne faut pas s'exposer à recevoir soi-même la décharge d'une batterie électrique, car il pourrait en résulter des accidents fâcheux. L'étincelle de cette décharge est si rapide qu'elle traverse un plateau de verre sans le casser; elle n'y produit qu'une ouverture qu'on a de la peine à distinguer.

Mouvements singuliers de quelques sels métalliques, produits dans certaines circonstances, par M. RUNGE.

En versant sur du mercure une couche de un millimètre d'eau saturée de sel marin et en faisant surnager à ce liquide un petit fragment de sulfate de cuivre, le mercure devient terne au bout de quelque temps; si alors on touche le métal avec un morceau de fer décapé, l'enduit terne qui couvrait le mercure, disparaît rapidement, et il se forme de petits courants qui partent du sulfate de cuivre pour se briser sur la surface du mercure et se réfléchir obliquement en dehors. En même temps le sel surnageant diminue de volume et se dissout. Si maintenant on met ce fragment de sel en rapport avec le mercure, le petit cristal commence à se mouvoir sur ce dernier d'une manière rapide et en tous sens, et on remarque qu'il est irrégulièrement attiré et repoussé par le morceau de fer. A mesure qu'il se dissout, son mouvement gagne en vitesse. L'enlèvement du fer fait cesser à l'instant même ce mouvement.

La pile voltaïque produit le même phénomène que le fer, si on fait communiquer le pôle zinc avec le mercure et le pôle cuivre avec la solution saline; au contraire, les mouvements du petit cristal n'ont pas lieu si on met le pôle zinc en rapport avec la solution saline et le pôle cuivre avec le mercure, ou bien si on fait communiquer les deux pôles à la fois, soit avec le mercure, soit avec le liquide.

Le cuivre, le plomb, le bismuth et le zinc font mouvoir le cristal de la même manière que le fer; mais l'action de l'antimoine, de l'or, de l'argent et du platine, est nulle dans cette circonstance.

On produit un mouvement d'autant plus fort que la solu-

tion de sel marin est plus concentrée ; si on la remplace par des solutions d'hydrochlorate de potasse, d'ammoniaque, d'alumine ou d'hydrochlorate oxydule de fer ou de chrôme, l'effet a encore lieu, mais plus faiblement.

Ce n'est pas seulement le sulfate de cuivre qui s'agite par l'effet du contact du fer avec le mercure sous une solution de sel marin ; cette propriété est encore commune à l'hydrochlorate, au nitrate, à l'acétate, au borate et au phosphate de cuivre ; ces quatre derniers sels s'agitent vivement, si l'on ajoute un peu d'acide nitrique à la solution saline. Les sels de zinc, de fer, de manganèse, de plomb et de cobalt ne jouissent pas de la même propriété, ceux de bismuth très-faiblement, ceux d'étain en jouissent ; le nitrate d'argent se meut avec énergie quand, au lieu d'une solution de sel marin, on se sert d'acide nitrique étendu.

Enfin, et c'est ce qu'il y a de plus remarquable, si au lieu de mercure à l'état de pureté, on se sert d'un amalgame et que l'on couvre ce dernier d'une solution de sel marin, le fragment de sulfate de cuivre s'agite sans que le contact du fer ou d'un autre métal soit nécessaire. M. Runge s'est servi d'un amalgame de sept parties de mercure sur une de zinc et une d'oxyde. La même expérience a encore réussi en employant un amalgame de laiton.

M. Poggendorff fait observer, dans une note, que des expériences qu'il a faites depuis, lui ont appris que la manière la plus simple de mettre ce phénomène en évidence consiste à se servir d'un amalgame de zinc d'une solution étendue de sublimé au lieu de sel marin et d'un petit morceau de sublimé au lieu de sulfate de cuivre, et que de cette manière on obtient des mouvements plus forts qu'en suivant la méthode indiquée par M. Runge.

Ces phénomènes paraissent avoir beaucoup de rapports avec ceux observés par MM. Erman, Sérullas, Herschel, Orioli et Prandi.

Observation intéressante d'attraction électrique.

Pour appliquer des feuilles d'or sur la surface qu'on veut dorer, on mouille préalablement cette surface avec de l'alcool. Les feuilles d'or arrivées à une certaine distance se portent d'elles-mêmes vers la pièce qu'on en veut recouvrir, effet qu'on doit attribuer à l'état électrique de cette dernière, produit ou entretenu par l'évaporation de la substance spiritueuse, conformément aux frais connus.

Cercles contenant toutes les couleurs du prisme, formés par l'explosion électrique sur la surface des métaux. (Priestley.)

Newton a découvert le premier que les couleurs des corps dépendent de la grosseur des lames qui couvrent leur surface. Il a fait voir que la différence de ces grosseurs occasionne une différence dans les couleurs, parce qu'elle détermine les divers rayons à passer à travers les lames ou à se réfléchir et à représenter, de même que les yeux, les diverses couleurs. Il a confirmé ce fait sur des lames d'air, d'eau et de verre. Il a parlé aussi des couleurs qui se forment sur l'acier poli en le chauffant, sur le bronze et sur d'autres substances métalliques quand elles sont en fusion, qu'on les verse à terre et qu'on les laisse refroidir à l'eau libre. Il attribue ces couleurs aux scories ou autres parties vitrifiées que les métaux chauffés ou fondus, rejettent continuellement à leur surface qu'ils couvrent d'une espèce de pellicule de verre très-subtile.

Priestley a eu occasion de trouver un moyen d'expliquer et de confirmer par l'explosion électrique, cette découverte importante relative aux couleurs des corps, dépendant de la grosseur des lames qui composent leur surface, moyen qui peut être d'un usage merveilleux pour l'emploi des couleurs, et peut-être aussi avec le temps pour l'étude des parties constituantes et de la structure interne des corps naturels. Cette explosion, reçue sur la surface d'un métal quelconque, change sa couleur dans un espace considérable qui se trouve divisé en plusieurs autres petits espaces circulaires, dans chacun desquels on remarque toutes les couleurs du prisme.

Après plusieurs explosions, j'observai que la plaque de cuivre, sur laquelle elles tombaient, non-seulement était fondue et marquée d'un cercle, au moyen de la fusion qui se formait autour de la tache centrale ; hors de cette tache elle était pareillement colorée d'une légère teinte verte, qui ne pouvait s'enlever avec le doigt. Surpris de ce nouveau phénomène, l'appareil fut changé, et les explosions continuèrent, jusqu'à ce que par degré il se formât un cercle rouge. En examinant le tout au microscope, je distinguai très-clairement toutes les couleurs du prisme, disposées dans le même ordre que dans l'arc-en-ciel. Je répétai plusieurs fois ces expériences. En voici le résultat :

1° Quand une pointe métallique est fixée directement à une surface plane, les couleurs se voient d'autant plus vite qu'elle en est plus près, et les anneaux qui se succèdent l'un

à l'autre sont, dans ce cas, plus étroits et occupent moins d'espace. Le contraire a lieu quand la pointe est loin de la surface, les couleurs tardent beaucoup plus à se montrer, et les anneaux sont plus larges et occupent plus d'espace. Si la pointe est à une distance telle que le fluide électrique ait assez d'espace pour s'étendre et former une tache circulaire de la largeur que la batterie peut le comporter, les anneaux ont tout le développement dont ils sont susceptibles ; mais les couleurs tardent toujours à se montrer, suivant que la distance est grande. Quand la pointe est fixée trop près, ou quand on lui fait toucher la surface, les couleurs se montrent à la première explosion, se répandent irrégulièrement, et les anneaux qui se forment ne sont pas distincts.

2° Le nombre des anneaux est d'autant plus grand que la pointe du fil ou de l'argent métallique est plus aiguë. Une pointe obtuse fait naître des anneaux plus larges, mais en plus petit nombre, et les couleurs tardent davantage à se développer à égale distance.

3° Quand les anneaux se forment, le premier qui paraît est d'un rouge obscur, qui se manifeste d'alentour aux bords de la tache centrale. Immédiatement près de cette couleur, et au plus après quatre ou cinq coups, paraît un espace circulaire, qui n'est visible qu'en tenant la plaque dans une position oblique à la lumière. Cet espace, durant le cours de l'explosion, s'étend très-peu et semble n'être qu'une légère teinte rouge plus faible ; quand les autres couleurs viennent le remplir, ses bords deviennent graduellement brunâtres.

4° Après quelques explosions, hors de l'ombre de cet espace, on en voit un autre qui a communément de 3 à 2 millimètres. Cette seconde ombre succédant à la première qui est devenue, avons-nous dit, brune, semble être elle-même en teinte légère des plus faibles couleurs qui se trouvent dans les diverses gradations du rouge.

5° Toutes les couleurs plus fortes commencent à paraître sur les bords de la tache centrale ; les explosions répétées les font ensuite s'étendre vers l'extrémité de l'espace circulaire, jusqu'à ce qu'après 30 ou 40 explosions on voie aux environs, trois anneaux bien distincts. Si l'on continue les explosions, le cercle devient moins distinct et moins beau, le rouge domine ordinairement sur les autres couleurs, et le centre se fond.

6° Les dernières couleurs qui se forment sont toujours les plus vives ; et les anneaux qui se forment alors sont plus étroitement unis l'un à l'autre que les premiers.

7° Les anneaux peuvent être frottés avec une plume ou le doigt, et être baignés sans s'effacer; mais si on les racle avec un couteau, ils disparaissent facilement. Les anneaux les plus internes sont les plus difficiles à effacer.

8° Les premiers cercles sont couverts ordinairement de beaucoup de poudre noire qu'on peut enlever avec la barbe d'une plume

9° Les couleurs sont d'autant plus belles et plus délicates que les cercles s'obtiennent avec peu d'explosion; car celles-ci trop répétées corrodent la surface et font paraître les couleurs grossières.

10° Il n'est pas nécessaire d'avoir une surface lavée; les couleurs se forment très-bien aussi sur la surface rude de l'acier.

11° Les anneaux colorés se forment également sur l'or, l'argent, le bronze, le cuivre, le fer, le plomb et l'étain.

Combustions électriques.

L'étincelle électrique jouit de la propriété d'enflammer les substances combustibles lorsqu'elle est lancée sur elles. Nous allons en offrir des exemples.

Combustion de l'alcool.

Il suffit de lancer l'étincelle électrique sur l'alcool pour l'enflammer. On exécute cette récréation de la manière suivante, afin de la rendre bien plus curieuse.

On prend une cuiller de cuivre dont le manche entre dans une ouverture que l'on a pratiquée au conducteur; on remplit cette cuiller d'alcool à 36 degrés, et l'on met la machine électrique en action. Si l'on porte ensuite rapidement et verticalement un doigt à la surface de l'alcool, et que le temps soit très-sec, le doigt tirera une étincelle de la liqueur, qui sera suffisante pour l'enflammer aussitôt. Cette expérience réussit beaucoup mieux si l'alcool est un peu chaud. On peut varier cette récréation en mettant cette cuiller dans la main d'une personne qu'on électrise, après l'avoir isolée sur un plateau, et faisant tirer l'étincelle avec le doigt d'une autre personne qui ne l'est pas; le même effet a lieu si cette dernière tient la cuiller, et que celle qui est électrisée tire l'étincelle.

Combustions métalliques.

L'action de l'étincelle électrique sur les substances combustibles est telle qu'elle enflamme tous les métaux. On exécute cette expérience en faisant communiquer les extrémités d'un fil-de-fer, par exemple, avec les garnitures d'une batterie;

dès que la communication est établie, ce métal brûle aussitôt avec une flamme blanche très-vive, et en lançant de toutes parts de nombreuses étincelles lumineuses qui, recueillies, offrent des globules de fer oxydé.

Si l'on substitue à ce fil un fil d'or, la flamme est d'un blanc bleuâtre, et le produit de la combustion est du protoxyde d'or de couleur pourpre, et en poudre fine. Si c'est un fil d'argent, la flamme est verte, et l'on obtient un protoxyde d'argent.

Avec la pile voltaïque on produit les mêmes effets; ils sont même beaucoup plus puissants, attendu que les plaques de zinc et de cuivre restant constamment en contact, le dégagement du fluide électrique n'est jamais interrompu. Ainsi, lorsqu'on brûle un corps, au moyen de la machine électrique, on met ses deux extrémités en contact avec les garnitures d'une batterie. Lorsqu'on opère une combustion ou bien une décomposition avec la pile, on place ce corps aux extrémités des deux fils de cet appareil : il est bon de faire observer que la force d'action combustible de ces piles est en raison directe de la surface des plaques.

Ignitions métalliques par la pile.

Pour opérer ces ignitions, il suffit de mettre en contact les extrémités de deux fils d'une pile avec un fil métallique; si cet appareil a un assez grand nombre de plaques, le métal s'enflamme aussitôt, comme nous l'avons déjà fait connaître.

Observation. — Il est bon de dire que cette combustion métallique ne peut s'opérer que dans l'air atmosphérique ou dans un gaz propre à la combustion; dans le vide ou bien dans un gaz qui n'est pas propre à cet acte, le métal s'échauffe et rougit sans brûler.

Ignitions des fils métalliques dans des liqueurs inflammables.

Si l'on adapte à l'appareil de Wollaston, chargé d'un mélange d'acide nitrique et d'eau, des fils d'acier ou de platine, on les embrase dans l'acool, l'éther, l'huile d'olive, le naphte, le sulfure de carbone, le gaz carbonique, l'hydrogène, le cyanogène, mais jamais dans l'eau. Murray, à qui ces expériences sont dues, pense que le calorique, développé dans l'action électrique, diffère de celui du milieu dans lequel l'ignition s'opère, et paraît être en raison inverse des propriétés conductrices des fils métalliques.

Charbon lumineux.

Si l'on met un morceau de charbon en contact avec les

deux fils d'une pile, et que l'expérience se fasse dans le vide ou dans un gaz impropre à la combustion, ce charbon devient lumineux; si elle se fait dans l'air, il y a combustion.

Décomposition des corps par la pile.

L'appareil de Volta est devenu, entre les mains des Davy, Wollaston, Berzélius, Gay-Lussac, Thénard, Dulong, etc., une source de nouvelles découvertes; nous devons surtout au premier celle des métaux qui, à l'état d'oxyde, constituent les alcalis, tels que la potasse, soude, etc.; d'où est dérivée cette précieuse connaissance que le gaz, qu'on a nommé *oxygène*, parce qu'on le croyait seul propre à produire des acides, donne lieu également à des alcalis, de sorte que le nom *d'acaligène* lui convient autant que celui d'*oxygène*. La pile voltaïque offre de grands avantages sur la machine électrique pour la décomposition des corps; ne serait-ce que 1° l'isolement des principes qui composent ceux sur lesquels elle agit, dont les uns sont portés au pôle positif, et les autres au négatif; 2° la faculté d'obtenir un dégagement de fluide électrique non interrompu, etc.

EXPÉRIENCE. — *Préparation du potassium par l'électricité.*

Prenez deux disques de platine entre lesquels vous placerez un morceau de potasse caustique communiquant avec les deux fils d'une pile de 200 paires de plaques d'environ 29 centimètres carrés. Cet alcali ne tardera pas à se décomposer; l'oxygène se rendra au pôle positif, et le potassium au négatif sous forme de petits globules. Cette expérience, qui est due à Davy, ne donne que de petites quantités de ce métal. Il vaut beaucoup mieux recourir au procédé de Gay-Lussac et Thénard, que nous avons exposé ailleurs.

EXPÉRIENCE. — *Décomposition de l'eau par la pile.*

Voyez la partie où l'on traite de l'eau.

RÉCRÉATION 42. — *Tirer des étincelles de toutes les parties du corps d'une personne.*

Construisez une petite table, dite *tabouret*, avec une planche assez forte, ayant une surface d'environ 1 décimètre 10 centimètres carrés; elle doit être supportée par quatre piliers placés au-dessous des quatre angles de la planche. Ces piliers consistent en quatre viroles de bois, d'environ 54 millimètres de hauteur, dans lesquels doivent entrer et être mastiqués quatre cylindres en verres pleins et forts, destinés à servir de pieds à ce tabouret et à l'isoler.

Lorsqu'on se propose d'électriser quelqu'un, on le place sur ce tabouret, en observant scrupuleusement qu'aucune partie de son corps ni de ses vêtements ne soit en contact avec la planche ou avec les objets qui l'environnent; on lui donne alors un bout d'une chaîne métallique qui, par l'autre bout, communique avec le conducteur; ces dispositions prises, on met la machine électrique en jeu.

Effet. — Il est évident que la personne ainsi placée, recevra le fluide électrique dégagé qui s'accumulera sur elle, attendu qu'elle se trouve isolée du centre commun. Dans cet état, si l'on approche de son corps, le doigt, un couteau, une pièce de monnaie ou bien tout autre corps non électrique, on en tirera des étincelles très-vives qui produiront une douleur plus ou moins forte. Il est encore un fait digne de remarque, c'est que, si cette personne tient dans sa main, et dans une position renversée, un faisceau de fils de verre ou de laiton d'une finesse égale aux cheveux, et liés à l'extrémité qu'elle tient, il en résultera qu'ils s'écarteront les uns des autres, et qu'ils se rapprocheront dès le moment qu'une personne non isolée se mettra en contact avec celle qui l'est, soit en approchant son doigt, soit de toute autre manière. Par la même raison, si ces faisceaux sont entre les mains d'une personne non isolée, et que celle qui est électrisée et isolée en approche le doigt, l'effet contraire aura lieu.

Observation. — Nous croyons qu'il est bon de faire observer qu'on ne doit pas tirer des étincelles des parties sensibles et délicates du corps, tels que les yeux, etc.; cette récréation se changerait en une véritable douleur, dont les suites pourraient être une irritation de ce précieux organe. L'explosion qui se produit, lorsqu'une personne non isolée en touche une autre isolée, ou bien lorsqu'elle touche un corps sur lequel on a accumulé le fluide électrique, ainsi que la commotion qu'elles éprouvent en même temps, sont dues à la combinaison des fluides positif et négatif, qui s'opère rapidement, et dont le premier est dû au frottement du plateau de verre de la machine électrique, et l'autre, ou le négatif, à la personne non isolée.

Longueur de l'étincelle que produit l'éclair.

La longueur de l'étincelle que produit l'éclair pendant les orages, est souvent de plus de 3 kilomètres 90. Pour soutirer, dit Gay-Lussac, une étincelle à de pareilles distances, il faut supposer une charge électrique bien plus forte que celle de nos machines, celles-ci ne se déchargeant que sur des con-

ducteurs éloignés seulement de quelques centimètres. D'un autre côté, l'action produite par la foudre sur les pointes des paratonnerres, peut être produite également par nos batteries électriques. Pour expliquer cette espèce de contradiction, il faut observer que sur nos machines, la couche électrique est retenue par la pression de l'air; que c'est la même cause qui retient l'électricité à la surface des gouttes dont se compose un nuage; mais que les gouttes devraient se fuir et le nuage se dissiper, quelque peu d'épaisseur qu'on supposât à ces couches; d'où il suit, que c'est à l'instant seulement où toutes ces couches partielles communiquent ensemble pour former la couche immense qui enveloppe le nuage, que celui-ci, en s'écoulant, est capable de produire une étincelle extrêmement longue, quelquefois interrompue en donnant lieu aux coups redoublés du tonnerre. Mais, si la charge électrique du nuage est tellement faible avant la réunion de toutes les couches partielles, il sera difficile d'expliquer la formation de la grêle par l'action de deux nuages possédant des électricités contraires.

RÉCRÉATION 43. — *Produire en même temps une commotion sur plusieurs individus réunis.*

Placez sur un support électrique une bouteille de Leyde très-chargée, et faites disposer en rond un certain nombre de personnes en les faisant toutes tenir par la main, à l'exception de la première, qui doit tenir cette bouteille par sa garniture extérieure, et de la dernière qui est destinée à en toucher le bouton. Par ce moyen, une communication non interrompue se trouvant établie entre l'intérieur et l'extérieur de la bouteille de Leyde, en faisant toucher avec le doigt, par la personne qui termine la chaîne, le bouton ou le crochet métallique, elle éprouvera, ainsi que toutes les autres en même temps, une commotion égale, et plus ou moins douloureuse, suivant leur degré de sensibilité.

Autre manière.

Placez sur une grande table des verres pleins d'eau, et formez cette chaîne en faisant mettre à tous les individus qui la forment, un doigt de chaque main dans deux de ces verres, opérez ensuite comme dans l'expérience précédente.

Observation. — L'eau est un bon conducteur d'électricité, surtout quand elle est acidulée; il est donc évident que la commotion doit également avoir lieu : il en résulte même que, si elle est forte, les verres sont renversés sur la table.

RÉCRÉATION 44. — *Faire éprouver une commotion à une personne en prenant une pièce de monnaie.*

Placez une pièce de monnaie sur un carreau électrique bien chargé à la surface supérieure et muni à sa surface inférieure d'un fil-de-fer caché derrière un des pieds de la table et reposant sur le plancher : engagez une personne à prendre cette monnaie, en lui faisant toucher adroitement ce fil-de-fer avec le pied; en cet état, elle éprouvera les effets de la commotion dès qu'elle sera près de prendre cette pièce.

RÉCRÉATION 45. — *Faire dresser les cheveux à une personne et les rendre lumineux.*

Pour produire cet effet, on isole une personne et on l'électrise fortement : dans cet état, si les cheveux sont un peu courts, sans pommade, et qu'ils ne soient point recouverts, il suffit qu'une autre personne non isolée y pose la main, ou bien mieux une plaque de métal, à une hauteur d'environ 190 millimètres, pour qu'ils se dressent et qu'ils deviennent lumineux si cette expérience a lieu dans l'obscurité.

RÉCRÉATION 46. — *Le baiser conjugal et le baiser d'amour.*

On isole une dame sur le tabouret, et on l'électrise après lui avoir donné à tenir un des bouts de la chaîne qui communique au conducteur; on tourne la roue de la machine électrique, et l'on invite alors le mari à donner un baiser à son épouse : ses lèvres n'ont pas encore effleuré celles de sa moitié, qu'il en tire une vive étincelle accompagnée d'une commotion douloureuse qui le force de s'arrêter. On appelle alors un jeune homme auquel on fait la même invitation, en lui donnant secrètement à tenir l'autre bout de la chaîne : il en résulte qu'il donne un baiser à la dame sans produire d'étincelle ni éprouver de commotion. On peut exécuter cette récréation dans un sens inverse, elle est alors plus morale.

RÉCRÉATION 47. — *Faire éprouver une commotion en débouchant une bouteille.*

Prenez une petite bouteille ordinaire dont le goulot ne soit presque pas transparent, remplissez-la aux trois-quarts, bouchez-la avec un bouchon de liège dans lequel vous ferez pénétrer ensuite un tire-bouchon dont l'hélice soit assez longue pour plonger dans la liqueur que vous électriserez en mettant ce tire-bouchon en contact avec le conducteur élec-

trique. Posez ensuite cette bouteille sur la table et sur un plateau de verre ou de soufre; invitez quelqu'un de la compagnie à la déboucher pour offrir de ce vin. On la prendra naturellement par le milieu; mais, dès que l'autre main aura touché le tire-bouchon, on éprouvera aussitôt une commotion électrique d'autant plus forte que la bouteille aura été plus fortement chargée.

RÉCRÉATION 48. — *Faire éprouver une commotion à une personne qui veut ouvrir une porte.*

Etablissez une communication entre le plancher d'une chambre et celui du dehors en en mouillant une certaine étendue; prenez une bouteille de Leyde chargée, et, lorsque la personne voudra tourner la clef pour ouvrir, approchez de votre côté le bouton de la bouteille : vous éprouverez en même temps tous les deux une commotion qui devra paraître très-surprenante à celui qui ne s'y attend nullement.

Dans cette expérience, le fluide électrique traverse la serrure, et les deux personnes ainsi que l'eau du plancher en deviennent conducteurs.

EXPÉRIENCE. — *Faire recevoir une commotion à une personne voulant tirer un cordon de sonnette.*

Mouillez un plancher, ainsi que pour la récréation précédente, et attachez à l'extrémité du cordon de soie de la sonnette un fil-de-fer muni d'un petit poids métallique disposé de telle façon que celui qui tire ce cordon lui fasse toucher le bouton ou le crochet d'une bouteille de Leyde qu'il a eu soin de placer au-dessous. D'après cette disposition, la personne qui tirera le cordon de cette sonnette éprouvera la commotion aussitôt que le petit poids métallique qui est adapté au fil-de-fer touchera le bouton ou le crochet de la bouteille. Cette expérience diffère de la précédente en ce que l'individu placé dans l'autre chambre n'éprouve aucune commotion.

RÉCRÉATION 49. — *Aigrette lumineuse.*

Prenez un petit cercle de cuivre ayant 27 millimètres de diamètre sur 5 millimètres d'épaisseur; placez sur sa circonférence six petits tuyaux de cuivre creux vers les extrémités, ayant une longueur de 27 millimètres, et disposés à une distance égale l'un de l'autre. Fixez le tout verticalement au moyen d'un fil de laiton, et placez-le sur l'extrémité du conducteur de la machine électrique : il en résultera que, tant qu'on électrisera le conducteur, on verra une aigrette lumineuse s'élancer de l'extrémité de chacun de ces tuyaux.

RÉCRÉATION 50. — *Œufs lumineux.*

Faites choix d'un œuf frais à coquille très-mince, et, le prenant par l'extrémité la plus grosse, présentez-le par celle qui est la moins obtuse au conducteur de la machine électrique : en cet état, si on électrise le conducteur, il en sort des étincelles qui se portent toujours sur la pointe de l'œuf, et, pénétrant dans l'intérieur, le rendent lumineux si l'expérience est faite dans l'obscurité. Le même effet a lieu si c'est une personne isolée qui tient l'œuf dans sa main, et qu'une autre, qui ne l'est pas, en tire l'étincelle, ou bien si celle-ci le présente au doigt de la première.

RÉCRÉATION 51. — *Jet d'eau lumineux.*

Prenez un petit entonnoir de fer-blanc muni d'une anse propre à le suspendre au conducteur, et d'un tube dont l'extrémité doit être assez effilée pour que l'eau ne tombe que goutte à goutte. Aussitôt que vous aurez mis la machine électrique en jeu, cette eau en sortira en formant un jet continu et décrivant un cône dont la pointe est à l'extrémité de ce tube. Si l'on fait cette expérience dans l'obscurité, et que l'électricité soit assez intense, ce jet d'eau paraîtra lumineux; si l'on reçoit ce liquide dans un vase métallique isolé au moyen d'un plateau de verre, on pourra en tirer des étincelles en approchant le doigt; il en sera de même du vase.

RÉCRÉATION 52. — *Pluie lumineuse.*

L'appareil propre à produire cet effet se compose d'un support en bois A B (fig. 27), dont la plaque A doit être couverte d'une plaque en cuivre d'environ 135 millimètres de diamètre, et être montée sur une tige entrant dans le pied B pour l'abaisser ou l'élever facilement au moyen de la vis F. Placez sur cette plaque un cylindre en verre C, ayant 54 millimètres de hauteur, recouvrez-le d'une autre plaque de cuivre D, qui entre librement dans ce tube, et mettez-le en communication avec le conducteur au moyen d'une petite chaîne; parsemez la plaque A de parcelles de feuilles de cuivre servant à dorer. Le tout étant ainsi disposé, placez l'appareil sur la table, et mettez la machine électrique en action : l'effet qui en résultera sera que les parcelles cuivreuses seront attirées et électrisées par la plaque B, et que, se trouvant dès-lors imprégnées du même fluide, il y aura répulsion vers celle en A, qui, après les avoir dépouillées de leur fluide électrique et rétablies à leur état naturel, les

rend de nouveau susceptibles d'être attirées et repoussées par la plaque B, etc., de la même manière que nous l'avons fait observer pour la danse magnétique. Mais, comme à chaque contact avec ses plaques, chacune de ces parcelles produit une étincelle, il en résulte que, si l'opération se fait par un beau temps et dans un lieu obscur, l'intérieur du cylindre en verre semble être plein d'une pluie lumineuse.

RÉCRÉATION 53. — *Bouquet lumineux.*

Disposez un cylindre creux de verre en un cerceau de 162 millimètres de diamètre sur 135 millimètres de largeur, revêtez-le, tant au dedans qu'au dehors et tout autour, d'une bande d'étain de 81 millimètres de largeur, en ayant cependant le soin d'en laisser 27 millimètres de chaque côté non garni; fermez une des extrémités de ce cerceau avec un disque de carton mince, sur lequel on a découpé une fleur à jour; posez sur ce carton un papier très-fin, sur lequel cette fleur aura été peinte en transparent, et placez ce cercle verticalement sur un pied non isolé.

Effet. — Si vous faites communiquer, au moyen d'un fil-de-fer, le conducteur avec la bande d'étain intérieure de ce cercle, et que, après l'avoir chargé, vous mettiez un des côtés de l'excitateur sur la garniture extérieure, la lumière qui en proviendra sera assez vive pour éclairer un moment le bouquet qui a été peint en transparent.

RÉCRÉATION 54. — *Araignée électrique.*

Garnissez intérieurement et à l'extérieur une bouteille (fig. 28), que vous fermerez avec un disque de bois mastiqué avec de la résine, lequel doit donner passage à un fil de laiton A, dont une extrémité plonge dans cette bouteille, tandis que l'extérieur est surmonté d'une petite boule de cuivre B. D'un autre côté, prenez un second fil de laiton courbé en C, et également terminé par une boule D; fixez-le à la garniture extérieure de cette bouteille, en observant de disposer les deux boules BD vis-à-vis l'une de l'autre, et à environ 54 à 81 millimètres de distance.

Ces dispositions prises, ayant un petit morceau de liège charbonné, auquel vous donnerez la forme d'une araignée F, en y ajustant des pattes faites avec des fils de laiton excessivement fins; lestez-la avec un peu de plomb et suspendez-la au moyen d'un fil de soie, de telle manière qu'elle se trouve placée au milieu des deux boules métalliques BD; chargez ensuite la bouteille intérieurement. Le résultat sera que l'araignée sera attirée par la boule B et repoussée ensuite

sur celle en D, qui, lui enlevant le fluide électrique qu'elle avait reçu de la boule B, la rétablit dans son état naturel. Dès-lors, celle-ci l'attire de nouveau, et la repousse jusqu'à ce qu'elle ait porté tout le fluide électrique contenu dans l'intérieur de la bouteille à l'extérieur. Dans tous ces mouvements, les pattes de l'araignée, se trouvant très-flexibles, remuent constamment, ce qui rend cette récréation assez amusante.

RÉCRÉATION 55. — *Papillon électrique.*

Soit une verge de cuivre A, ayant environ 1 mètre de longueur (fig. 29), à l'une des extrémités de laquelle doit être adapté un petit cylindre B, ayant 14 millimètres de longueur et se trouvant percé d'un petit trou à chacun de ses bouts. Lorsqu'une personne isolée, et communiquant avec le conducteur électrique, prend cette verge avec l'autre main, et qu'elle l'agite dans l'obscurité en divers sens, il jaillit, des extrémités du cylindre B, des aigrettes lumineuses qui présentent l'image d'un papillon qui voltige.

RÉCRÉATION 56. — *Roue électrique.*

Faites préparer une planche circulaire A (fig. 31), de 270 à 325 millimètres de diamètre; tracez du centre B le cercle A B, et, après l'avoir divisé en six parties égales, placez sur chacune de ces divisions, et verticalement, six tubes de verre C, D, E, F, G, H, (fig. 30), ayant une élévation d'environ 190 millimètres, et supportant à leur sommet, au moyen d'un mastic, une boule de cuivre, très-polie, de 21 millimètres de diamètre. Cette planche doit avoir, aux points I et L, deux piliers un peu plus élevés que les tubes, et destinés à porter une lame de glace très-épaisse M N, de 27 millimètres de largeur et percée au centre en O. Ce trou doit être perpendiculairement situé au-dessus du centre B de la planche A, qui supporte cet appareil. La distance des boules placées sur les tubes de verre doit être égale pour toutes.

D'autre part, taillez une glace en disque, en lui donnant un diamètre de 14 millimètres de moins que l'intervalle qui existe entre deux des boules diamétralement opposées; recouvrez les deux surfaces d'étain, à l'exception de 41 millimètres sur les bords, et, au lieu de le percer au centre, adaptez-y deux hémisphères de bois revêtus de métal et destinés à supporter deux petites barres de fer P et Q qui lui servent d'axes. La barre P doit être très-aiguë, afin de pouvoir pénétrer dans un petit trou pratiqué à la petite lame de verre R qui se trouve placée au milieu de la planche A. L'autre pe-

tite barre doit traverser le trou O de la lame de verre MN. La circonférence de ce disque, lorsqu'on le fait tourner sur son axe, doit passer très-près des boules que supportent les six tubes de verre, et à une égale distance.

Adaptez sur le bord de la surface supérieure du disque de verre deux petits dés en cuivre ST, que vous ferez communiquer par un fil-de-fer au métal dont il est garni. Placez-en deux autres à la surface inférieure, de façon qu'ils soient disposés à distances égales entre les premiers, et qu'ils touchent presque les petites boules en passant. Surmontez enfin la tige de fer Q d'une boule de cuivre Z, afin de s'opposer à ce qu'elle produise une aigrette qui serait cause que le carreau ne pourrait pas se charger suffisamment, et faites communiquer la garniture inférieure du disque de verre avec la planche A.

Effet. Dès le moment qu'au moyen d'un fil de laiton vous aurez fait communiquer le conducteur électrique avec la barre supérieure Q, la surface supérieure du disque du verre ainsi que les deux dés SX, s'électriseront positivement, tandis que la surface inférieure abandonnera une égale quantité d'électricité : il en résultera que ces dés SX seront attirés par les petites boules qui seront placées le plus près, lesquelles, vu leur isolement, s'électriseront, et les dés seront repoussés et chassés en avant. En même temps, les dés T et V, passant près de ces boules, leur enlèveront le peu d'électricité dont elles seront chargées. Par ce moyen, le disque de verre sera forcé de tourner jusqu'à ce que l'électricité dont était chargée la surface supérieure ait été transportée à l'inférieure. Il est bon de faire observer, 1° que ces boules ne prenant à chaque contact que très-peu d'électricité, la rotation de ce disque est assez longue, mais après qu'on a cessé de mettre la machine électrique en jeu ; 2° qu'à chaque contact il se produit une étincelle qui diminue graduellement jusqu'à ce que le carreau ait perdu tout son fluide électrique.

RÉCRÉATION 57. — *Arbrisseau électrique.*

Faites construire une petite caisse en bois, de 162 millimètres carrés (fig. 32) ; recouvrez le fond et les parois d'un papier doré ; adaptez-y un cylindre de carton ayant 27 millimètres de hauteur et pouvant contenir le fond d'un verre V, qui se trouvera recouvert, à l'intérieur et à l'extérieur, d'étain jusqu'à 27 millimètres de son bord. Collez du même papier sur ce cylindre de carton ; placez sur le dessus B de cette caisse une planche mince, au milieu de laquelle vous pratiquerez une ouverture ronde T, ayant 54 millimètres de

diamètre, que vous remplirez de soufre ou de résine fondue, pour produire l'isolement du fil-de-fer C qui plonge dans le verre en passant à son centre. La partie D de ce fil sert de tronc à un arbrisseau auquel on donne la forme d'un oranger, et à l'extrémité porte une petite boule de bois couverte d'étain et peinte comme une orange. Au bout des rameaux, mettez une petite orange de cire, s'ils sont également en fil-de-fer; recouvrez toutes ces branches, ainsi que le tronc, avec de la soie, et collez enfin sous le fond de la caisse une bande de papier doré qui doit communiquer avec celui qui tapisse la partie intérieure.

Effet. Si vous placez cet appareil sur une table et que vous établissiez une communication entre le conducteur électrique et la tige qui supporte l'orange en métal, au moyen d'une chaîne, vous chargez le verre enfermé dans la caisse et dans le cylindre de carton. Tout étant ainsi disposé, si vous invitez quelqu'un à prendre cet oranger avec la main, de façon qu'elle touche le métal dont la caisse est garnie en dessous, et que vous l'engagiez à flairer les oranges, il éprouvera une commotion dès que son nez s'approchera de celle du milieu. Il est bon de faire observer qu'on n'éprouve pas soi-même de commotion, quoiqu'on touche la caisse avec la main, parce qu'elle ne se trouve pas placée sur le courant du fluide électrique.

RÉCRÉATION 58. — *Girouettes électriques.*

Prenez une boule de liège de 14 millimètres de diamètre (fig. 33) : faites-la traverser par une aiguille à coudre qui lui servira d'axes; faites quatre girouettes en papier doré A BCD, ayant 54 millimètres de longueur sur 27 millimètres de largeur; adaptez-y ces girouettes de telle sorte que leur plan soit incliné à cet axe : suspendez ensuite la pointe de cette aiguille au bout E d'une lame aimantée, présentez cette boule près d'une pointe F qu'on aura adaptée au conducteur électrique.

Effet. Ces girouettes, dont les plans sont inclinés à l'axe, étant adhérentes à la lame aimantée, elles se trouvent poussées par le courant électrique qui se dégage de cette pointe: dès-lors, elles tournent rapidement tant que la machine électrique est en jeu, et ce qui est digne de remarque, c'est qu'elles tournent en sens inverse si cette pointe est en bas.

RÉCRÉATION 59. — *Serpenteaux électriques.*

Couvrez un plateau de verre, de 1 décimètre 10 centimètres carrés, d'une couche de colle de poisson, en observant de

laisser 27 millimètres d'intervalle vers ses bords : saupoudrez-le bien exactement d'aventurine, et recouvrez la surface inférieure d'une feuille d'étain : encadrez-le ensuite.

Effet. Si après avoir chargé ce carreau comme le carreau magique, vous le déchargez au moyen de l'excitateur, il se dégagera une quantité d'éclairs étincelants et serpentants qui se porteront au point où vous mettrez son bouton. Mais si, au lieu de charger le carreau, vous le mettez en contact avec l'excitateur, pendant qu'on électrise, on apercevra successivement des éclairs. On peut varier cette récréation de la manière suivante : au lieu de recouvrir en entier la surface supérieure du plateau, on y trace une spirale de 14 millimètres de largeur qu'on couvre d'aventurine, et on la dispose de manière que l'extrémité B soit éloignée de 27 millimètres d'une bande d'étain qui se trouve en contact avec la garniture inférieure. En cet état, si on laisse tomber la chaîne du conducteur au centre A, il en résultera que les éclairs parcourront par intervalle cette spirale au fur et à mesure que ce plateau se chargera d'électricité.

RRCRÉATION 60. — *Tableaux étincelants* (1).

Collez avec de la gomme arabique ou de la colle de poisson (fig. 34), sur une plaque de verre, des petits cercles d'étain de 3 millimètres de diamètre, et arrangez-les de manière qu'il n'y ait entre eux que 1 millimètre de distance, et qu'ils décrivent par leur continuité la ligne droite CD et la courbe CED. Tout étant ainsi disposé, si vous prenez ce verre en mettant vos doigts en contact avec D, et que vous fassiez communiquer C avec le conducteur, l'étincelle électrique parcourra presque toujours toutes les parties métalliques qui forment la ligne CD, et passera rarement par les intervalles qui existent dans l'étendue de la ligne CED, attendu qu'elle est la voie la plus longue pour arriver de C en D, et que le fluide électrique prend toujours la plus courte. On peut varier ces tableaux à l'infini.

(1) Pour que cette expérience réussisse, il est indispensable que le fluide électrique se répande également sur toutes les parties du conducteur qu'on électrise. Ce fluide ne produit l'effet lumineux que lorsqu'il existe un intervalle, quelque petit qu'il soit, entre le corps électrisé et celui qui n'est pas électrisé et qui l'approche. Ce n'est que dans ce cas qu'on distingue dans cet intervalle une étincelle très-brillante ; d'où il résulte que, dans cette récréation, les étincelles se montrent en même temps entre les intervalles des petits cercles métalliques qui composent cette figure ; je dis en même temps, parce que le fluide électrique les parcourt avec une rapidité inconcevable.

RÉCRÉATION 61. — *Lettres étincelantes.*

Prenez une lame de verre blanc AB (fig. 35) ayant 270 millimètres de longueur sur 54 millimètres de largeur; écrivez sur un papier de mêmes forme et grandeur, en majuscules italiques, les cinq lettres formant le mot *amour*, en faisant attention de leur donner environ 41 millimètres de haut. Placez ensuite la lame de verre sur ce papier, et transcrivez-y, avec un pinceau et un peu de blanc d'Espagne délayé dans l'eau, ce même mot. En examinant soigneusement la forme des traits de ces lettres, et la manière dont on doit placer les petits conducteurs destinés (en donnant les moyens de ne point avoir de lignes courbes rentrantes) à former une continuité de petits carrés depuis la lettre A jusqu'à la fin de celle R, il sera aisé de voir que les petits carrés qui doivent figurer A, n'ayant point de continuité en raison de la ligne *ab* qui la traverse, ne sauraient, à cause de cela, être placés sur le même côté du verre; il faut donc nécessairement faire communiquer le premier conducteur A *a* au point *a* de cette traverse *ab*, et placer de petits carrés sur cette surface supérieure depuis *a* jusqu'à *b*, d'où doit partir le petit conducteur *b c d*, lequel, se reployant sur la surface inférieure du verre, porte l'étincelle électrique au point *d*, et termine ainsi la lettre A. La lettre M, présentant une continuité, doit être formée en entier sur cette surface inférieure par le moyen d'un autre petit conducteur courbe *ef*, qu'on place sur ce même côté du verre. La lettre O ne peut être faite en entier sur la même surface il est donc nécessaire de faire communiquer cette lettre avec la précédente, au moyen du conducteur *gh*, afin de mettre sur cette surface inférieure le côté *hi* de la lettre O, et terminer la branche *mn* sur la supérieure, par le secours du conducteur reployé *ilm*; on doit avoir un autre conducteur *n* qui se rattachera sur cette même surface supérieure, au point *o*, à la lettre U, dont on établira la communication avec *q* de la lettre R par le conducteur *pq*; alors l'autre conducteur reployé *rst* communiquera en *t*, et, complétant la lettre R, on adaptera au point U le conducteur *u*B. Par cette disposition, tous les carrés constituant le mot *amour* donnant passage au fluide électrique au moyen de la ligne continue qu'ils forment, ils seront parcourus tous par l'étincelle lorsque vous présenterez au conducteur de la machine électrique le petit conducteur B de la plaque de verre, en la tenant vous-même au point A.

Si le conducteur de la machine est très-chargé, on pourra

produire le même effet en présentant, de la même manière, le tableau à une personne électrisée.

Pour rendre cette expérience plus aisée à exécuter, les carrés métalliques qui doivent être placés sur les deux surface ont été figurés différemment. Il est aisé de voir qu'en prenant un grand plateau de verre, au lieu d'une lame, on peut tracer dessus plusieurs mots les uns sur les autres, mais à peine a-t-on le temps de les lire; et, quand l'électricité n'est pas forte, il arrive quelquefois que l'étincelle ne tombe pas en son entier.

On peut aussi faire paraître et disparaître à volonté ces effets; il suffit, pour cela, d'adapter le tableau précité au pied de bois AB (fig. 36), en évitant soigneusement qu'aucun des petits conducteurs ne communique avec la partie A, et mettant le petit conducteur B très-près de celui de la machine électrique. Si quelqu'un approche alors son doigt du petit conducteur A, les lettres du tableau deviennent étincelantes et restent telles tant que le conducteur est électrisé et que la personne y laisse son doigt. Lorsque celui qui exécute cette récréation veut interrompre les étincelles, il touche, sans qu'on s'en aperçoive, une chaîne ou un fil métallique placé sur le conducteur.

RÉCRÉATION 62. — *Fontaine de compression électrique.*

Soit une fontaine de compression munie de son robinet et ayant le trou de l'ajustage très-petit; comprimez-y de l'air, isolez-la sur un plateau de verre; mettez le conducteur en contact avec elle, et électrisez. Si cette expérience se fait dans l'obscurité, dès qu'on ouvrira le robinet, il s'en élancera un grand nombre de petits jets d'eau qui se réuniront en un seul lumineux, si vous mettez le doigt sur le conducteur.

RÉCRÉATION 63. — *Portrait électrique.*

Faites faire un portrait sur du papier fin de la grandeur d'une carte à jouer, en donnant à la tête environ 41 millimètres de grandeur (fig. 37); on peut, si on l'aime mieux, faire usage d'une petite gravure de cette dimension. Découpez-en avec soin et patience les divers traits, et collez aux extrémités AB de cette découpure une bande d'étain.

D'autre part, ayez une presse (fig. 38), composée de trois planches de bois de chêne de 190 millimètres de longueur sur 108 millimètres de largeur et 27 millimètres d'épaisseur. Celle en AB doit être munie à son intérieur de deux écrous destinés à recevoir les deux vis à tête C et D, qui traversent les deux autres planches EF et GHI, autre vis à tête

ou anneau, afin de pouvoir la visser fortement avec un petit levier de fer. Mettez-la au milieu de la planche E F, de telle manière que, pressant sur celle G H, elle comprime le portrait précité, qui doit être placé entre les deux planches A B et G H sur du papier vélin, ou mieux sur du satin blanc, en mettant le côté du portrait portant les bandes d'étain au-dessus, et le recouvrant d'une feuille d'or. On place dessus et dessous quelques cartes à jouer, et l'on a grand soin que les lames d'étain dépassent un peu la presse.

Cet appareil ainsi disposé, on fait passer le fluide d'une forte batterie à la feuille d'or, en la mettant en communication avec l'extérieur de cette batterie, au moyen d'une des lames d'étain, et en plaçant d'abord sur l'autre un des côtés de l'excitateur isolé, et faisant communiquer ensuite l'autre avec le conducteur qui se trouve en contact avec l'intérieur de cette batterie.

Si la quantité du fluide électrique est suffisante, l'explosion est vive, et l'or, fondu et oxydé, passe à travers les découpures du papier, et imprime sur le satin ce même portrait, que dès-lors les divers menstrues ne peuvent plus enlever.

Jeu de bague ou mouvement perpétuel électrique.

Ce joli petit instrument, qui a excité si vivement la curiosité des amateurs, chez M. Charles Chevalier, opticien, est sorti du cabinet des physiciens, pour être répandu dans le monde sous une forme nouvelle qui le rend encore plus piquant. L'appareil électrique, destiné à le faire mouvoir, a été caché de manière que rien au dehors n'indique le moteur aux personnes qui n'en ont point la connaissance. De cette manière, il intrigue singulièrement tous ceux qui cherchent en vain la cause de ce mouvement continuel, n'apercevant ni rouages, ni ressorts qui puissent le déterminer; excepté quelques savants initiés au secret, chacun se perd en conjectures et en explique le principe à sa manière : tantôt c'est l'aimant, tantôt c'est le mercure qui en ont les honneurs; car il est très-vrai de dire que l'appareil électrique qui produit ce singulier phénomène, quoique découvert depuis quelques années par l'abbé Zamboni, n'est nullement connu dans le monde. Aujourd'hui, que les sciences physiques sont devenues vulgaires, et qu'elles ne sont plus le partage exclusif des savants de profession, nous avons pensé qu'en serait curieux de connaître ce petit instrument qu'observe avec tant d'intérêt le petit nombre des amateurs qui le possèdent. On ne s'amuse pas seulement de ce mouvement continuel,

que l'on peut, avec raison, appeler *perpétuel*, puisqu'il en est à notre connaissance d'une forme moins agréable, mais qui marche depuis l'époque de l'invention, c'est-à-dire depuis plus de quinze ans; on est curieux de remarquer la manière dont il est influencé par les variations et les changements de l'atmosphère. C'est ainsi qu'on verra le mouvement se ralentir par le froid, l'humidité et l'état des vents, et s'accélérer au contraire par la chaleur, la sécheresse et quelques autres causes qui ne sont pas encore bien connues. Exposé à un froid de quelques degrés au-dessous de zéro, il s'arrêterait complètement pendant tout le temps qu'il y serait soumis. Il paraît de même certain que les tremblements de terre, les tempêtes, les éruptions des volcans et les autres grands phénomènes météorologiques, qui se passent même à de grandes distances, ont une action directe sur ce mouvement perpétuel, et ont, dans quelques cas, suspendu son cours. Ces faits ont été communiqués à l'Académie des Sciences, mais ils n'ont point encore été vérifiés. Nous ne doutons pas que cet instrument n'intéresse vivement les personnes qui seront à même de le voir, et qu'il ne soit propre à inspirer aux jeunes gens le désir d'étudier les mystères de l'électricité.

L'appareil électrique de Zamboni, savant italien, se compose de *piles sèches*, c'est-à-dire de colonnes formées de disques de papier, dont l'une des surfaces est couverte d'étain, et l'autre surface enduite de peroxyde de manganèse. On superpose ces éléments ou disques de manière à ce que l'étain soit toujours en contact avec le manganèse, et réciproquement; on comprime le tout fortement, et on le maintient dans cet état au moyen de fil de soie (matière non conductrice du fluide électrique). Par ces dispositions, on obtient des colonnes ou piles qui donnent continuellement de l'électricité vitrée à une extrémité, et de l'électricité résineuse à l'autre. Maintenant si, entre les deux colonnes dont les pôles opposés se regardent, on met un corps isolé et susceptible de se mouvoir facilement, il sera alternativement attiré et repoussé; car, après avoir été attiré par l'une des boules jusqu'au contact, il s'électrisera de la même manière que cette boule, puis sera repoussé par cette même boule pour être attiré par celle électrisée. Contrairement, ou après le contact, il se produira le même phénomène qui se répétera perpétuellement.

RÉCRÉATION 64. — *La maison incendiée.*

Soit une maisonnette en fer-blanc, ayant les fenêtres découpées à jour, et dont le toit s'enlève à volonté; faites y pas-

ser un tube en verre renfermant un fil de cuivre A (fig. 39), muni à l'extrémité intérieure d'une boule du même métal B, et à l'extérieur d'un crochet C. Fixez au fond de cette maison une autre tige de cuivre D munie à son extrémité de la boule E, en observant qu'il ne doit exister que 14 millimètres d'intervalle entre ces deux boules, lesquels doivent être remplis en partie par des étoupes saupoudrées de résine. En cet état, si vous mettez cet édifice en communication avec l'extérieur d'une jarre électrique, et que vous fassiez communiquer le crochet G avec le conducteur électrique, l'étincelle qui se développera entre les deux boules E B enflammera les étoupes et la résine, ce qui produira un véritable incendie. Cet effet n'aura pas lieu si le fil de cuivre A se termine en pointe vers C.

RÉCRÉATION 65. — *Le petit chasseur.*

Disposez une figure de bois représentant un chasseur (fig. 40), de telle manière qu'elle soit traversée par un fil-de-fer depuis les pieds jusqu'à l'extrémité du fusil; placez-la sur le carreau électrique A B C D, dont vous électriserez la surface au moyen de la chaîne du conducteur électrique. Ayez, en même temps, un oiseau fait avec une substance métallique; faites-le prendre sur la main par une personne, et engagez-la de l'approcher du bout du fusil F, et de toucher en même temps, avec l'autre main, la garniture du dessous du carreau, il en résultera aussitôt une commotion d'autant plus forte que le carreau sera beaucoup plus chargé, et le fusil du petit chasseur semblera avoir fait feu sur l'oiseau.

RÉCRÉATION 66. — *Expérience des conjurés.*

Prenez une gravure représentant le roi, et, après l'avoir encadrée, retirez-la et coupez la bordure jusqu'à fleur de la gravure; collez cette bordure autour du verre sur les points seulement qui doivent être cachés sous le cadre, et tapissez l'espace vide E F G H (fig. 41), avec des feuilles d'étain, que vous y fixerez au moyen de la gomme. Faites communiquer cette surface d'étain, depuis le point L jusqu'à celui C D de la bordure, par le secours de la lame du même métal L M; collez de petites bandes d'étain sur le derrière du cadre, à l'exception du côté A B, et couvrez tout cela d'un carton convenablement disposé.

D'autre part, revêtez la surface supérieure du verre d'une feuille d'étain d'une dimension bien égale à l'inférieure, et collez ensuite sur cette feuille le portrait que vous avez séparé de sa bordure, et qui, par cette disposition, semble en

faire partie ; placez enfin une couronne de papier doré sur cette figure.

Effet. On charge la surface supérieure de ce verre en la tenant dans une position horizontale ; on donne alors ce tableau à une personne, en le lui faisant prendre de manière à ce qu'elle touche avec la main un des côtés garni du cadre. On lui fait ensuite un petit discours tendant à lui prouver que la couronne est solide sur la tête du roi, et que les audacieux qui voudraient y toucher seraient aussitôt punis ; pour preuve, vous l'engagez à le tenter. A peine en a-t-elle approché les doigts, qu'elle éprouve une commotion telle qu'il est prudent de saisir à l'instant le tableau, afin qu'elle ne le laisse pas tomber à terre.

EXPÉRIENCE. — *Electriser un verre au moyen de l'eau.*

Prenez, par son pied, un verre à réactif très-mince ; soufflez dans son intérieur, au moyen d'un soufflet à deux vents, et présentez ensuite à ce verre des feuilles d'or en fragments, il les attirera et les repoussera. L'air, dans cette circonstance, développera l'électricité à la surface de ce verre comme le feraient d'autres corps par le frottement.

EXPÉRIENCE. — *Fondre l'or par l'électricité.*

Placez une feuille d'or entre deux cartes, et soumettez-la à la presse, comme nous l'avons indiqué pour le portrait électrique, en ayant soin qu'elle dépasse les cartes. Par la décharge électrique, cette feuille aura été fondue et convertie en un protoxyde d'or de couleur pourpre.

Allumer une chandelle avec l'étincelle électrique.

Adaptez à un grand conducteur de fer-blanc la chaîne d'un conducteur ordinaire. Si ce dernier donne de fortes étincelles, il devient inutile de se servir du premier. Faites mouvoir la machine électrique, et, pendant ce temps, tirez une étincelle du conducteur, au moyen de votre doigt, après avoir mis entre eux la mèche d'une chandelle éteinte depuis peu.

Effet. La chandelle se rallumera au moment où l'étincelle électrique traversera la fumée qui s'élève de la chandelle.

Enflammer la poudre à canon par une explosion électrique.

Construisez un petit cylindre de carton dont l'ouverture soit d'environ 5 millimètres de diamètre. Introduisez de chaque côté un fil de cuivre terminé par une petite boule.

Laissez entre les deux boules un intervalle de 7 millimètres, dans lequel on met un peu de poudre qu'on a eu soin de bien sécher au feu. On fait passer une forte explosion; alors la poudre prend feu et produit une détonnation.

Donner au verre un aspect métallique.

Si, lorsqu'on veut fondre une feuille d'or par l'électricité, on place cette feuille entre deux plaques de verre au lieu de deux cartes, et qu'elles soient bien étroitement liées, il en résultera qu'après l'explosion électrique cette feuille aura contracté une telle affinité avec le verre que l'acide nitro-muriatique ne pourra la dissoudre.

Il est aisé de voir que, par une pareille méthode et en découpant les feuilles d'or à volonté, on peut fixer sur les glaces, les cachets de verre, etc., des chiffres, dessins, etc. Il est bon de faire observer que la décharge électrique doit être forte.

Verre électrisé au moyen d'un soufflet.

Si l'on chauffe un morceau de verre d'une forme quelconque et qu'on lui présente des corps légers, il ne donne aucun signe d'électricité; mais si on souffle dessus avec un soufflet pendant une minute, il donne des signes très-distincts d'électricité. Le verre devient électrique au moyen d'un soufflet, même sans avoir été électrisé. Un disque d'une machine électrique de 975 millimètres est devenu électrique par le vent soufflé sans avoir été chauffé. Une masse de verre est devenue électrique, aussi en y versant du mercure ou du plomb en grenaille, et cela, plus ou moins, suivant la pression, ou si l'on veut, suivant le poids spécifique du corps qu'on y passa dessus.

RÉCRÉATION 67. — *Aurore boréale.*

Prenez un tube de verre d'environ 650 millimètres de longueur, dans lequel vous aurez établi le vide le plus parfait et que vous aurez hermétiquement fermé à ses deux extrémités. Si vous le tenez par un bout et que vous le présentiez par l'autre au conducteur électrique, il deviendra lumineux dans toute son étendue et pendant longtemps; si vous le frottez alors avec la main, dans le sens que vous voudrez, vous verrez cette lumière devenir beaucoup plus intense. Quoique cette opération le décharge en partie du fluide électrique, il lance encore quelques étincelles sans le secours du frottement, et, ce qui est digne de remarque, c'est que, si on le saisit de l'autre main et par l'autre bout, il se pro-

duit de nouveaux éclats de lumière qui se dirigent d'une de ses extrémités à l'autre. Ces effets peuvent être reproduits quelquefois pendant vingt-quatre heures sans électriser de nouveau ce tube.

Tuer un animal par l'explosion électrique.

Attachez l'animal que vous voudrez foudroyer avec quelques cordons auprès de la garniture extérieure de la jarre, ou de la boule qui se trouve en communication avec la batterie; et, après lui avoir rasé le dessus de la tête, ou lui avoir enlevé les plumes, placez sur ces parties un des côtés de l'excitateur. Si vous tirez alors l'explosion sur une des boules de la batterie, l'animal tombera mort.

Il est bien évident que le nombre de jarres dont la batterie électrique devra se composer doit être en raison directe de la grosseur et de la force de l'animal; car, sans cela il ne mourrait point; il resterait dans un état léthargique pendant quelques heures.

Homme rasé par le tonnerre.

Dans la séance de l'Académie des Sciences, du 16 septembre 1839, Arago a communiqué le fait suivant : un membre de la chambre des députés se trouvait, du 20 au 21 février, sur un navire qui portait un paratonnerre sur le mât de misaine, et un autre sur le grand mât. Le mât d'artimon, qui n'en était pas pourvu, fut fracassé par le tonnerre. L'observateur, qui était alors couché, n'en ressentit d'abord aucun effet, mais le lendemain il trouva que sa barbe, ses cheveux et tous les poils de son corps tombaient au moindre attouchement. Sa montre, qui était suspendue au-dessus de sa tête, eut toutes les pièces d'acier aimantées si fortement, qu'on ne put ensuite leur faire perdre le magnétisme que le coup de foudre leur avait donné.

Ce fait, que sur un navire muni de deux paratonnerres, le mât qui en était dépourvu a été frappé, tend à prouver la nécessité de multiplier les appareils, dont l'action préservatrice ne s'étend, comme on le sait, que dans une sphère assez petite, quand il s'agit de très-grands navires.

Effet remarquable de la foudre.

Le 12 novembre 1820, vers une heure après-midi, à l'entrée du canal de Céphalonie, au moment où la frégate autrichienne, la *Lipsia*, luttait contre une tempête furieuse, la foudre tomba sur le grand mât, le fendit dans toute sa longueur avec un sifflement et un fracas épouvantables, et

en dispersa les débris à une prodigieuse distance. La foudre atteignit ensuite le pont, se divisa en partie en deux langues de feu qui s'étendirent des deux côtés du bâtiment, tandis que le corps principal de ce terrible météore prit avec une étonnante vélocité sa direction vers le bas du vaisseau, où il rencontra un grand panier de boulets couverts de rouille, et s'éteignit aussitôt. La rouille de ces boulets disparut et fit place à un poli aussi luisant que celui de l'acier le plus brillant travaillé à facettes.

Paratonnerres.

Une des plus belles et des plus utiles découvertes de Franklin, c'est la construction des paratonnerres. Il était en effet difficile de concevoir que le génie de l'homme pût s'élever au point de disposer à son gré de la foudre; tel est cependant l'important problème que cet illustre physicien a résolu. Les paratonnerres sont remarquables par leur simplicité : ils reposent sur la propriété qu'ont les pointes d'attirer l'électricité et de lui servir de conducteur. On place donc, sur les édifices que l'on veut préserver de la foudre, des barres de fer cylindriques ayant 8 mètres 12 centimètres de longueur, auxquelles est soudé un bout en laiton de 595 millimètres, et au-dessus une pointe en platine de 54 millimètres, afin d'éviter l'oxydation, ce qui fait 8 mètres 662 millimètres de long en total. On adapte à la partie inférieure de ces barres, ou verges de fer, une corde en fils-de-fer tressés et couverts d'un vernis gras, pour les préserver aussi de l'oxydation. Cette corde va s'accrocher dans un puits à une barre de fer qui plonge dans l'eau. D'après cette disposition, il est évident que ces pointes métalliques attirant l'électricité, le fluide parcourt la verge et se rend, par la corde conductrice, dans l'eau du puits.

La sphère d'action d'un paratonnerre s'étend assez loin verticalement; il n'en est pas de même horizontalement : au-delà de 9 à 10 mètres elle est faible. Si l'édifice sur lequel on se propose d'en placer est très-long, on doit y en mettre plusieurs à 19 à 20 mètres l'un de l'autre au plus; d'autre part, on se tromperait étrangement en les trop rapprochant, à 6 mètres 50 centimètres par exemple; dans ce cas, outre que cette dépense serait très-superflue, on diminuerait leur influence, car des pointes très-voisines les unes des autres perdent leur pouvoir; alors le faisceau n'agit qu'à la manière d'un prisme ou d'un corps arrondi.

Effet du paratonnerre.

Quand un nuage électrique se trouve au-dessus d'un paratonnerre, le fluide de ce même nuage, soutiré à distance par la pointe, passe sans explosion sur la tige, de là sur la corde qui le conduit dans le puits. Si l'action commence avant que la tension ait atteint un haut degré, le nuage peut être ainsi déchargé doucement et silencieusement; dans d'autres cas, c'est le fluide contraire du sel qui se dégage par la pointe et va neutraliser la foudre. Ces effets, pour avoir lieu, exigent une médiocre distance entre la pointe et le nuage, ainsi, le paratonnerre ne peut prévenir l'explosion d'un nuage très-élevé.

Des moyens que les hommes ont cru propres à se mettre personnellement à l'abri de la foudre.

La littérature grecque nous a complètement initiés aux idées des anciens philosophes touchant la cause du tonnerre; mais on n'y trouve que des indications très-sommaires et très-imparfaites sur deux ou trois moyens préservatifs.

Hérodote, liv. IV, chapitre 94, rapporte que « les Thraces » sont dans l'habitude, quand il fait des éclairs ou qu'il » tonne, de tirer des flèches contre le ciel, pour le mena- » cer. »

Pour le menacer, dit l'auteur grec, qu'on le remarque bien! Il n'est nullement question dans ce passage d'un pouvoir qu'aurait eu la flèche, en tant que métallique, et en tant que pointue, d'enlever aux nuages quelques parcelles de matière fulminante. Aussi, Dutens lui-même, cet admirateur fanatique de l'antiquité, a-t-il reculé devant l'idée d'assimiler les flèches des Thraces aux paratonnerres modernes, et de faire remonter l'invention de l'appareil de Franklin jusqu'au temps d'Hérodote.

Pline rapporte que les Etrusques savaient faire descendre la foudre du ciel; qu'ils la dirigeaient à leur gré, et qu'entre autres, ils la firent tomber sur un monstre nommé Volta qui ravageait les environs de Volsinies; que Numa avait le même secret; que Tullus Hostilius, peu exact dans l'accomplissement des cérémonies empruntées à son prédécesseur, se fit foudroyer lui-même. Quant au moyen d'évoquer ainsi le météore, Pline parle seulement de sacrifices, de prières, etc.; nous pouvons donc passer à un autre objet.

Les anciens (*Pline*, liv. II, § 56) croyaient que la foudre ne pénètre jamais en terre au-delà de 1 mètre 624 millimètres. Aussi la plupart des cavernes leur semblaient-elles des

asiles complètement sûrs; aussi, dès qu'il était possible de prévoir un orage, Auguste, dit Suétone, se retirait-il dans un lieu bas et voûté.

Les tubes vitreux, produits de la foudre, qui descendent quelquefois dans le sol jusqu'à 10 mètres de la surface, montrent combien les anciens se trompaient. Personne ne sait, personne ne pourrait dire, même aujourd'hui, à quelle profondeur on serait parfaitement à l'abri des foudres descendantes, et, à plus forte raison, des foudres ascendantes.

Afin d'ajouter à la garantie qui résulte de l'épaisseur de maçonnerie de pierre ou de terre dont un souterrain ou une caverne naturels sont recouverts, les empereurs du Japon, s'il faut en croire Kœmpfer, font établir un réservoir d'eau au-dessus de la grotte où ils se réfugient pendant les orages. L'eau est destinée à éteindre le feu de la foudre.

Dans certaines conditions, que nous développerons tout-à-l'heure, une nappe d'eau devient un préservatif à peu près certain pour tout ce qui est au-dessous; il n'en faut pas conclure, cependant, que les poissons puissent être foudroyés au sein des masses liquides les plus étendues.

Weichard Valvasor nous apprend (*Philosophical Transactions*, tome 16) que le tonnerre étant tombé, vers l'année 1670, sur le lac de Zirckmitz, dans le compartiment nommé Leuche, on vit presque aussitôt flotter à la surface de l'eau une telle quantité de poissons que les habitants du voisinage en remplirent 28 tombereaux.

Le 24 septembre 1772, la foudre tomba à Besançon dans le Doubs. Aussitôt après, la surface fut couverte de poissons étourdis qui flottaient au gré du courant.

On croyait généralement dans l'antiquité que les personnes au lit et couchées n'avaient rien à redouter de la foudre. Cette opinion, quelque extraordinaire qu'elle soit, paraît avoir conservé des partisans. Je vois, par exemple, que M. Howard enregistre ces deux faits-ci avec une prédilection particulière.

Le 3 juillet 1838, la foudre tomba sur un cottage à Birdham, près de Chichester. Elle réduisit un bois de lit en éclats, roula par terre les draps, les matelas et la personne qui reposait dans ce lit, sans lui faire aucun mal.

Le 9 du même mois, la foudre enleva à Great Hougton, près de Duncaster, la couverture du lit où Mme Brook était couchée, et cette dame n'eut d'autre mal que la peur.

A ces faits j'en opposerai d'autres non moins authentiques :

Le 63e volume des *Philosophical Transactions* renferme

un Mémoire dans lequel le révérend Samuel Kirkshaw rend compte de toutes les circonstances du coup de foudre qui surprit M. Thomas Hearthley, endormi dans son lit, à Hearrowgate, le 29 septembre 1772 et le tua raide, Mme Hearthley, couchée à côté de son mari, ne fut pas même éveillée. Tout se réduisit, quant à elle, à une douleur dans le bras droit qui dura seulement quelques jours.

Le 27 septembre 1819, à 5 heures du matin, la foudre tomba à Confolens (Charente) sur une maison où elle tua la servante couchée dans son lit. Le corps était sillonné depuis le cou jusqu'à la jambe droite.

Les peaux de veaux marins étaient considérées chez les Romains comme un préservatif efficace contre la foudre. Par cette raison on en faisait des tentes sous lesquelles les personnes timides allaient s'abriter en temps d'orage. Suétone rapporte qu'Auguste, qui craignait le tonnerre, portait toujours une de ces peaux.

Dans les Cévennes, où pendant si longtemps il exista des colonies romaines, les bergers recueillent avec soin les dépouilles des serpents ; ils en entourent, encore de nos jours, la forme de leurs chapeaux, et dès-lors se croient à l'abri des atteintes de la foudre (Laboissière ; Académie du Gard). Ces peaux de serpents, suivant toute apparence, remplissaient jadis, dans l'esprit du peuple, le même office que les peaux plus rares et plus chères des veaux marins.

Il est assurément très-permis de critiquer le choix qu'avait fait Auguste des peaux de veaux marins, puisque aujourd'hui même nous ne saurions comment le justifier ni par le fait ni théoriquement. Quant à l'idée qu'il ne peut pas être indifférent de choisir certains vêtements en temps d'orage, elle n'a rien de contraire aux connaissances des modernes sur la matière de la foudre. Nous pourrions même citer des cas nombreux où des personnes paraissent avoir été, les unes préservées, les autres foudroyées, suivant qu'elles portaient telles ou telles étoffes, telles ou telles matières.

Le jour de la catastrophe de Château-Neuf-les-Moutiers, deux ou trois prêtres qui entouraient l'autel tombèrent gravement frappés. Le troisième, au contraire, n'éprouva aucun mal : lui seul était revêtu d'ornements en soie (1).

(1) Tous les physiciens ont reconnu que le taffetas ciré, la soie, la laine, sont moins perméables à la matière de la foudre que les toiles de lin, ou toute autre matière végétale. Ils sont un peu moins d'accord sur la question de savoir si, en temps d'orage les vêtements mouillés sont préférables aux vêtements secs. Nollet redoute les habits

Voici des faits plus étonnants encore, car ils montrent qu'un animal peut être plus ou moins gravement atteint dans les différentes parties de son corps, suivant la couleur des poils qui les recouvrent.

Au commencement de septembre 1774, la foudre tomba sur un bœuf, à Swanborow (Sussex). Ce bœuf, de couleur rougeâtre, était tacheté de blanc. Après le coup de foudre, on remarqua avec surprise la dénudation des taches blanches : il n'y restait pas un seul poil, tandis que la partie rougeâtre n'avait éprouvé aucune altération apparente. Le propriétaire de l'animal raconta à M. James Lambert que, deux ans auparavant, un autre bœuf tacheté de blanc avait présenté exactement le même phénomène après un violent coup de tonnerre.

Enfin, le 20 septembre 1775, un cheval pommelé ayant été foudroyé à Glynd, le propriétaire remarqua que dans toute l'étendue des taches blanches, le poil se détachait en quelque sorte de lui-même, et que dans le reste du corps il avait conservé son adhérence ordinaire.

« Quand le ciel était orageux, Tibère ne manquait pas de » porter une couronne de laurier, d'après l'idée que la fou- » dre ne touche jamais cette sorte de feuillage. » (Suétone).

L'opinion que certains arbres ne sont jamais frappés de la foudre est encore fort répandue.

M. Hugh Maxwell écrivait, en 1787, à l'Académie américaine, que, d'après sa propre expérience et les renseignements qu'il avait recueillis auprès d'un grand nombre de personnes, il se croyait en droit d'affirmer que la foudre frappe souvent l'orme, le châtaignier, le chêne, le pin; qu'elle atteint quelquefois le frêne; que jamais elle ne tombe sur le hêtre, le bouleau, l'érable.

Le capitaine Dibden n'admettait pas des différences aussi tranchées. Dans une lettre à Wilson, en date de 1764, il se contentait de dire que dans les forêts de la Virginie qu'il venait de visiter en 1763, les pins, quoique considérablement plus hauts que les chênes, étaient beaucoup moins souvent frappés de la foudre. Je ne me rappelle pas, ajoutait-il, avoir vu des chênes croissant parmi les pins, là où quelques-uns de ces derniers arbres avaient été foudroyés.

Les anciens croyaient que jamais la foudre ne tombe sur le laurier. Jamais ne serait plus une expression justifiable,

mouillés, parce que l'eau leur communique la propriété dont elle jouit elle-même, d'être un des corps sur lesquels la foudre se porte de préférence. Franklin adopte l'opinion contraire, d'après l'idée que les habits mouillés doivent transmettre immédiatement au sol la matière fulminante qui va les frapper.

car je trouve dans les notes de Poinsinet de Sivry, un des traducteurs de Pline, que Sennert, que Vicomercatus, que Philippe-Jacques Sachs, rapportent plusieurs cas de lauriers foudroyés.

Maxwell range le hêtre parmi les arbres que la foudre respecte. Une brochure de M. Héricart de Thury, distribuée récemment à l'Académie, m'apprend qu'un vieux hêtre réservé, en 1835, dans une ancienne futaie abattue au milieu de la forêt de Villers-Cotterets, fut foudroyé et à peu près démoli au mois de juillet de la même année.

Des considérations théoriques avaient porté à croire que les arbres résineux sont à l'abri des coups de foudre. On vient de voir, cependant, que Maxwell place le pin parmi ceux qui sont frappés le plus souvent. Dans la brochure de M. de Thury, déjà citée, je trouve parmi les arbres foudroyés :

Un pin, à Saint-Martin-de-Thury, le 2 août 1821 ;
Un sapin, à Saint-Jean-de-Day (Manche), en juin 1836;
Un merisier, à Autilly, en août 1834;
Un acacia, à Saint-Jean-le-Pauvre-de-Thury, en septembre 1814;
Un orme, à Moiselles, en juin 1823 ;
Des chênes et des peupliers.

Les hommes sont souvent frappés de la foudre au milieu des plaines découvertes. Le danger, beaucoup de faits le prouvent, est plus grand encore sous les arbres ; le docteur Winthorp concluait de cette double remarque que, pour échapper aux atteintes du météore, lorsqu'on est surpris par l'orage en rase campagne, ce qu'on peut faire de mieux, c'est de se placer à une petite distance de quelque grand arbre; par petites distances, il entendait toutes celles qui sont comprises entre 5 et 12 mètres. Une station plus favorable encore serait celle qui satisferait aux mêmes conditions de distance relativement à deux arbres voisins. Franklin approuvait ces préceptes. Henley, qui, lui aussi les croyait fondés sur la théorie et sur l'expérience, ne les modifiait dans le cas d'un seul arbre qu'en recommandant de se placer, relativement à la souche, à 5 à 6 mètres au-delà de la verticale passant par l'extrémité des plus longues branches.

D'après certaines analogies, des physiciens admettent que la foudre respecte toujours le verre. De là, à supposer qu'une cage construite en totalité avec du verre, serait un lieu de refuge parfaitement sûr, il n'y avait qu'un pas. Aussi, des cages de cette matière ont-elles été proposées et même construites à l'usage des personnes qui redoutent beaucoup la foudre.

Je suis assurément très-disposé à croire qu'en temps d'orage une enveloppe vitreuse atténue quelque peu le danger dont on est menacé; mais je ne puis admettre qu'elle le fasse totalement disparaître. Voici sur quoi mes doutes se fondent :

Le grand coup de foudre qui atteignit le palais Minuzzi, dans le territoire de Ceneda, le 15 juin 1776, perça ou brisa plus de huit cents carreaux de vitre.

Lorsque M. James Adair fut jeté à terre, en septembre 1780, par le violent coup de tonnerre qui tua deux de ses domestiques dans la maison d'East Bourne, il était placé derrière une croisée vitrée. La monture de la croisée n'éprouva aucun dommage, mais les carreaux de vitre disparurent complètement; le tonnerre les avait réduits en poussière.

A la rigueur, on pourrait supposer que la rupture des vitres est la conséquence de l'ébranlement de l'air, un simple effet du bruit, de la détonnation. Venons donc à des faits moins douteux.

Le 17 septembre 1772, la foudre qui tomba à Padoue sur une maison située à *Prato della Valle*, perça un carreau de vitre de la fenêtre du rez-de-chaussée d'un trou net et rond pareil à celui qui serait résulté de l'action d'un foret.

L'ingénieur Caselli, d'Alexandrie, remarqua sur les vitres de ses fenêtres, en 1778, immédiatement après un coup de foudre, des trous ronds, presque sans fissures adjacentes.

En septembre 1824, le tonnerre étant tombé à *Millon of Comage*, dans la maison de M. William Bremmer, un des carreaux de vitre de la fenêtre se trouva percé d'un trou circulaire de la grandeur d'une balle de fusil : dans le reste de son étendue, ce carreau n'offrait pas une seule fissure.

Un trou sans fissure, parfaitement circulaire, ne saurait être l'effet de l'ébranlement résultant du bruit. Au besoin, on pourrait le citer comme une preuve de l'extrême rapidité avec laquelle la matière fulminante marche. Le trou de la vitre de M. Bremmer fortifie les observations isolées de Padoue et d'Alexandrie. Ces observations réunies détromperont tant de personnes qui se figuraient que des panneaux de verre étaient, pour la foudre, des barrières infranchissables.

Mille exemples ont prouvé que la foudre ne tombe jamais sur un homme ou sur une femme sans attaquer plus particulièrement les parties métalliques de leurs ajustements. On peut donc admettre que ces parties augmentent sensiblement le danger d'être foudroyé. Cette supposition, personne ne la révoquera en doute, s'il s'agit de masses de métal un peu fortes. En tout cas, je dirai que, le 21 juillet 1819, le ton-

nerre tomba sur la prison de Riberac (Souabe), et qu'il alla frapper dans la grande salle, au milieu de vingt détenus, un chef de brigands déjà condamné, qui était enchaîné par la ceinture.

La supposition sera difficile à justifier quant aux légères parties métalliques qui entrent dans nos vêtements habituels. Ne pourrai-je pas cependant qualifier du nom de preuve, l'observation curieuse faite au Breven, en 1767, par Saussure et ses compagnons de voyage.

Le temps était orageux. Quand les observateurs élevaient la main et étendaient un doigt, ils sentaient à l'extrémité une sorte de picottement. « M. Jalabert (nous dit le célèbre » voyageur), qui avait un galon d'or à son chapeau, enten- » dait (de plus) autour de sa tête un bourdonnement effrayant. » On tirait des étincelles du bouton d'or de ce chapeau, de » même que la virole du métal d'un grand bâton que nous » avions avec nous. »

Donnez à l'orage un tant soit peu plus d'intensité, et le léger galon d'or, et le petit bouton de métal deviendront, dans des circonstances pareilles à celles du Bréven, des causes d'explosion, et M. Jalabert sera foudroyé plutôt que ses voisins dont les chapeaux ne sont ornés ni de galons d'or, ni de boutons de métal.

Voici un fait rapporté par Constantini en 1749, et qui va encore plus directement au but :

Le temps étant orageux, une dame étend la main pour fermer sa fenêtre ; la foudre part, et le bracelet d'or qu'elle portait disparaît si complétement qu'on n'en retrouve plus aucun vestige. La dame n'avait d'ailleurs reçu que de très-légères blessures.

Sans ces remarques préliminaires, on aurait été étonné de me voir recueillir ici l'explication que le célèbre voyageur Bridone a donnée à l'événement arrivé à une personne de sa connaissance, à Mme Douglas.

Cette dame regardait par sa fenêtre pendant un orage. La foudre éclata, et son chapeau (seulement son chapeau) fut réduit en cendres. Suivant M. Bridone, la foudre avait été attirée par le mince fil métallique qui dessinait le contour du chapeau, et sur lequel s'appuyait l'étoffe. Aussi propose-t-il de renoncer à ces bordures de métal ; aussi se prononce-t-il contre la mode si répandue de maintenir et d'orner les cheveux avec des épingles et des tresses en or ou en argent. Dans la crainte bien naturelle que ses conseils ne restassent sans effet, il demandait « que chaque femme por- » tât une petite chaîne ou fil d'archal qu'elle accrocherait en

» temps d'orage aux parties métalliques du chapeau, et par
» lequel la partie fulminante s'écoulera jusqu'à terre, au
» lieu de prendre sa course à travers la tête et les membres
» inférieurs. »

En résumé il est mieux, quand il tonne, de n'avoir point de métal sur soi; mais vaut-il la peine de songer à l'accroissement de danger qu'une montre, que des boucles, que des pièces de monnaie, que les fils, que les chaînes ou aiguilles métalliques dont les femmes font usage, peuvent occasionner. Cette question n'est pas susceptible d'une solution générale, car chacun l'envisagera à travers ses préoccupations et se laissera plus ou moins dominer par la crainte que le météore lui inspire.

Paragrêles.

Les paragrêles sont, à proprement parler, des paratonnerres, avec cette seule différence qu'on les rend moins coûteux en substituant à la verge de fer une longue perche plantée en terre, terminée par une pointe métallique qui communique avec la terre au moyen d'une petite chaîne ou d'un fil de laiton, et par la paille qui recouvre la perche. Il est bon de faire observer qu'il faut un grand nombre de paragrêles dans les lieux que l'on veut préserver de ce fléau. D'après une discussion qui eut lieu à l'Académie des sciences, entre Ampère, Arago, etc., il est probable que l'effet des paragrêles n'est nullement constaté, et qu'il ne repose que sur des hypothèses ou des probabilités.

Effets de la foudre.

L'expérience de plusieurs siècles a constaté que la foudre est attirée par les objets élevés qui avoisinent sa direction, par cette raison bien simple, c'est qu'elle se trouve plus près de son fluide contraire que de celle de tout autre point de la terre. C'est à cause de cela qu'elle tombe fréquemment sur les clochers et surtout sur les arbres élevés. Dans ce cas, la sève des arbres les rendent bons conducteurs d'électricité, le fluide suit leurs branches et leur tronc, enlève de larges éclats de bois, y trace quelquefois un sillon. forme une espèce d'entonnoir au pied, passe de là aux racines, et par leurs extrémités chevelues se répand dans le sol humide.

Il importe donc, quand on se trouve surpris à la campagne par un orage, de ne pas se placer, pour s'en garantir, sous des arbres élevés et terminés en pointe, comme les peupliers de la Caroline, encore moins sous les chênes qui sont meilleurs conducteurs qu'aucun des grands végétaux de nos climats. Sous les pins, les sapins et autres arbres

résineux, on ne court aucun danger; la foudre ne les frappe jamais, attendu que la résine dont ils sont chargés, les rend mauvais conducteurs.

Le fluide électrique de l'atmosphère fend les arbres et divise leurs fibres en les réduisant en une masse chevelue. Le duc d'Orléans avait envoyé il y a quelques années, à l'Académie des sciences, une branche d'arbre ainsi réduite en lames très-minces. Ce fluide brûle tout ce qui est combustible, fond tout ce qui est fusible, décompose parfois les corps, tue ou blesse l'homme et les animaux, et laisse après lui une odeur sulfureuse qu'on attribue aux vapeurs et aux corpuscules qu'il entraîne par attraction.

On rapporte comme un singulier effet de la foudre le fait suivant : le 5 juin 1834 au soir, un orage éclate; un cultivateur se trouvant dans le bois de Mareuil (Oise) se met à l'abri sous un chêne; le tonnerre tombe et fracasse l'arbre; l'homme, quoique touché par la foudre, ne ressent rien, mais ses habits sont déchirés en tous sens; son sourcil droit est brûlé; l'épiderme de ce même côté est enlevé le long des côtés et collé à ce qui lui reste de vêtements; à peine essaie-t-il de se remettre en route qu'il ressent par tout le corps des douleurs très-vives qui l'empêchent de continuer son chemin.

Tubes fulminaires.

Quand le fluide électrique de la foudre entre dans le sol, il y produit très-souvent la fusion du sable argileux et donne lieu ainsi à la formation d'un tube creux vitrifié au-dedans, ayant de 54 à 81 millimètres de diamètre et de 7 à 10 mètres de longueur. Ces tubes, connus sous le nom de *fulminaires*, ont des ramifications terminées en pointes, de manière à représenter les ruines d'un arbre.

Observations. — Dans les bâtiments dépourvus de paratonnerres, on peut se préserver des effets de la foudre, lors des orages, en se tenant loin des murailles, des portes, des fenêtres, et principalement des substances métalliques. Un des meilleurs moyens est de s'isoler en se plaçant sur des matelas.

Electricité des draps.

M. Muret de Boré s'est livré à des recherches sur l'électricité composée de diverses couleurs. Il a remarqué que la vertu électrique augmentait avec l'élévation de la température, et que tel drap bleu d'argent, bleu de roi clair, qui, en janvier, sèche au soleil par un temps très-sec, ne lui avait rien donné par des frottements réitérés, a lancé, après un

léger frottement, d'assez longues étincelles quand, en février et mars, on a eu un soleil chaud. L'énergie du fluide a été remarquable, ce jour-là, sur des draps noirs, rouges et bleus très-foncés.

Mais un fait des plus décisifs sur l'analogie de la lumière avec l'électricité, c'est que la moitié d'une pièce rouge (à la cochenille), étant séchée au dehors, donnait des étincelles ; pendant que l'autre moitié, séchée le jour même dans une étuve sombre à courant d'air chaud, n'en donnait aucune.

Quels sont les végétaux qui communiquent plus ou moins la commotion électrique ?

L'abbé Bertholon s'est livré à une série d'expériences sur les végétaux pour en acquérir la preuve; il a expérimenté sur les arbustes, les plantes, les légumineuses, les herbes, etc.; ainsi que sur leurs diverses parties et leurs divers produits. Voici la méthode qu'il a suivie : deux personnes formaient la chaîne, chacune d'elles tenait, avec une main, au bout la substance végétale sur laquelle on voulait expérimenter, avec l'autre main, l'une tenait la bouteille de Leyde, l'autre tirait l'étincelle; la commotion était ainsi obligée de traverser la substance végétale. Il est résulté de ses expériences :

1° Que les substances végétales sèches n'ont jamais transmis la commotion électrique ;

2° Que cela n'a eu lieu que lorsqu'elles étaient humides naturellement ou artificiellement;

3° Que la secousse a été d'autant plus forte que l'humidité de ces substances était plus grande.

L'auteur en conclut que l'eau, dans les végétaux, est le seul principe doué de la propriété de servir de conducteur à l'électricité.

Bertholon a répété ces expériences sur les animaux, et il a reconnu également qu'ils ne sont conducteurs du fluide électrique que lorsqu'ils sont humides, et qu'à l'état de siccité, ils ne possèdent nullement cette propriété.

Effets de l'électricité dans la végétation.

D'après le rapport de la société physique et économique de Stutgard, Nuneberg mit cinq ognons dans une caisse de bois et cinq autres dans une semblable caisse ; plus cinq dans un vase de terre vernissé, et cinq dans un pareil vase. Les deux caisses et les deux vases furent placés à la même exposition et dans les mêmes circonstances. A l'une des caisses et à l'un des vases se trouvait l'extrémité d'un fil d'acier destiné à y conduire le fluide électrique. Les plantes électrisées germè-

rent et sortirent de terre beaucoup plus tôt, et furent plus vigoureuses que celles non électrisées; une de ces plantes prit, dans vingt-quatre heures, une hauteur de 40 millimètres; les non électrisées furent non-seulement plus tardives, mais elles n'acquirent jamais la hauteur des autres; cette électrisation fut continuée jusqu'au 14 octobre, temps auquel le froid en arrêta les effets. M. Nuneberg observa que les plantes électrisées germèrent ensuite plus lentement, mais devinrent plus fortes que les autres. Leur accroissement fut prodigieux pendant les huit premiers jours; en comptant la hauteur moyenne qu'elles prirent, on a 185 millimètres, tandis que celle des autres fut de 122 millimètres.

M. Nuneberg observa, contre l'opinion de quelques physiciens, que les fleurs électrisées n'avaient pas plus grande odeur que celles qui ne l'étaient pas.

Sur le télégraphe électrique.

Un journal anglais, les Annales de l'électricité, du magnétisme, etc., dans son numéro de mai 1838, en parlant du télégraphe électrique établi en Amérique depuis quelques temps, par M. le professeur Morse, dit que l'invention de ce mode de correspondance est en même temps réclamée par l'Angleterre, l'Écosse, l'Amérique et diverses contrées de l'Europe. Ce journal ajoute que la question sera longtemps débattue encore avant qu'on puisse la résoudre. Les citations suivantes pourront servir à cette solution.

M. Savary crut avoir vu quelque part que la première idée d'un mode de correspondance par l'électricité dont il ait été fait mention, appartient à Franklin. Quoi qu'il en soit de ce point, il paraît certain que cette idée est venue en même temps à beaucoup de personnes étrangères à la science, comme objets d'études approfondies.

Notre célèbre compositeur de musique Berton, membre de l'Académie des Beaux-Arts, m'a assuré qu'il était de ce nombre, et que l'idée d'une correspondance électrique à de grandes distances lui était venue aussi il y a plus de 40 ans.

Mais, pour nous en tenir aux publications dont la date ne laisse aucun doute, la plus ancienne que j'aie trouvée dans mes recherches à ce sujet remonte à l'année 1794. C'est un Allemand, Reiser, qui donne, dans cet ouvrage, un plan parfaitement arrêté d'une correspondance télégraphique à l'aide de l'électricité produite par la machine, la seule qui fut connue alors. Ce plan consistait dans une table de verre sur laquelle se trouvaient incrustés des caractères métalliques représentant les lettres de l'alphabet, à chacun desquels ve-

nait aboutir un fer isolé dans un tube de verre qui tirait une étincelle de chaque caractère, lorsque l'électricité était lancée à l'autre extrémité. On voit, dans le même ouvrage, quatre années après, la mention que le docteur Salva avait construit un télégraphe de ce genre en Espagne, et que l'infant don Antonio, qui l'avait vu jouer sous ses yeux, fut notamment informé d'une certaine nouvelle à une très-grande distance.

A cette époque, Volta n'avait pas encore fait son immortelle découverte, qui ne date que de 1800. Mais, en 1811, Sœmmerring, dans le journal allemand de Schweiger, 1re série, tome II, présenta un nouveau plan de télégraphe électrique par l'emploi de la pile voltaïque. Il consistait en 35 fils conducteurs, également isolés dans autant de tubes de verre, et dont l'extrémité, formée d'une pointe d'or, comme métal le moins oxydable, venait aboutir dans un réservoir plein d'eau, où les gaz oxygène et hydrogène devaient se former dès que le courant serait établi à l'autre extrémité, entre deux de ces fils. Ces fils représentaient les 25 lettres de l'alphabet allemand, choisi, dit l'auteur, comme étant le plus parfait (singulière prétention aux yeux d'un philologue, M. Sœmmerring ne l'était probablement pas), plus les dix signes numériques du calcul décimal. De là suivait une combinaison très-compliquée pour former les différents mots, syllabe par syllabe, ainsi que les différents nombres.

La question en resta là jusqu'en 1820, à l'époque où apparut le premier mémoire de Ampère, sur les nouvelles découvertes qu'il ajouta à celle d'Œrsted : le mouvement de l'aiguille aimantée sous l'empire du courant électrique. Dans ce mémoire, Ampère, qui ne connaissait point le travail de Sœmmerring, ne fait que toucher la question du télégraphe électrique ; mais il la résout de fait, en quelques mots, avec cette délicatesse et cette précision qu'il a déployées aussi dans l'invention de tant d'ingénieux instruments de physique. Autant d'aiguilles aimantées que de lettres de l'alphabet, dit-il, qui seraient mises en mouvement par des conducteurs qu'on ferait communiquer successivement avec la pile, à l'aide de touches de clavier qu'on baisserait à volonté, pourraient donner lieu à une correspondance télégraphique qui franchirait toutes les distances, et serait aussi prompte que l'écriture ou la parole pour transmettre ses pensées.

Depuis ce temps, toutes les idées de ceux qui, après avoir étudié un peu à fond la question du télégraphe électrique, se sont occupés de la mettre à exécution, ont roulé sur celle de notre célèbre physicien Ampère. Nous apprenons qu'en

Angleterre, en Allemagne, en Amérique, en Russie même, en Russie surtout, des essais plus ou moins importants ont été faits en ce genre.

Dès 1832 ou 33, le baron Schilling, qui n'était point, à ce qu'il paraît, un savant dans la physique, mais un simple amateur construisit, à Saint-Pétersbourg, un télégraphe électrique qui consistait en un certain nombre de fils de platine isolés et réunis dans une corde de soie (ce qui paraît du reste fort inutile), lesquels mettaient en mouvement, à l'aide d'une espèce de clavier, autant d'aiguilles aimantées placées dans une position verticale au centre du multiplicateur. Il y avait joint un mécanisme fort ingénieux, dont l'idée était à lui, et consistait dans une montre à sonnerie, espèce de réveil, qui, lorsque l'aiguille tournait au commencement de la correspondance, était mise en jeu par la chute d'une petite balle de plomb que faisait tomber la pointe de l'aiguille aimantée. L'empereur qui régnait alors fut témoin d'expériences faites sous ses yeux avec ce télégraphe ; mais, le baron Schilling étant mort quelque temps après, on n'a pas pu tirer parti de son habileté pour l'établissement d'une correspondance de ce genre sur une grande échelle ; ce qui paraît faire l'objet d'un vif désir de la part du gouvernement russe.

Quant à moi, après avoir étudié la question autant qu'il m'a été possible, je l'ai résumée à l'emploi d'un seul courant, d'une seule aiguille qui écrit d'elle-même sur le papier, et avec une précision mathématique, la correspondance que transmet à l'autre extrémité une simple roue sous laquelle on l'a écrite dans son cabinet à l'aide de pointes différemment espacées, comme les roues de nos orgues de Barbarie, laquelle roue tourne régulièrement par un ressort de montre. De cette manière, on n'a donc qu'à écrire en espèce de caractères mobiles la nouvelle qu'on veut transmettre. Ce genre de dépêche est déposé dans une boîte, et au même instant elle s'écrit toute seule à la distance où on l'envoie ; les agents qui attendent là n'ont qu'à recueillir le papier qui se meut aussi régulièrement que par une machine, et à le porter sous les yeux de ceux qui savent lire le chiffre. Dans ce mode d'exécution, aucune erreur n'est à craindre, puisque tout marche comme une horloge.

« Pour ce qui concerne les fils conducteurs, il suffit de les mettre à l'abri de l'oxydation, dans le sein de la terre où ils sont enfouis. par un simple vernis, tel que je l'ai proposé. »

M. Masson, alors professeur de physique à Caen, écrivit qu'il avait fait un essai de télégraphe électrique au collége

de cette ville, sur une distance de 600 mètres environ. Il employait, pour développer le courant qui doit agir sur des aiguilles aimantées aux deux extrémités du circuit, l'appareil électro-magnétique de Pixii. L'essai, dit M. Masson, avait très-bien réussi.

Depuis notre dernière édition, les télégraphes électriques ont reçu une grande extension et ont été appliqués aux services publics et privés. L'établissement des chemins de fer a surtout favorisé ces applications. Les principaux systèmes de télégraphes électriques, sont ceux de MM. Morse, Weatstone, Baine, etc. En 1848, les Etats-Unis présentaient en télégraphes électriques, un développement de plus de 500 lieues. L'Angleterre, à la même époque, en comptait environ 400 lieues sur 14 chemins de fer, et la France une centaine de lieues; mais depuis cette époque, ce moyen de communication d'une rapidité inouïe a reçu des applications encore plus étendues pour tous les besoins et usages civils, et réuni les populations continentales les plus éloignées entre elles, même celles séparées par des bras de mer et l'Océan.

SECTION IV.

DU FLUIDE MAGNÉTIQUE ET DES AIMANTS.

De l'aimant et des récréations physiques auxquelles il donne lieu.

L'aimant est une mine particulière de fer oxydé, qu'on trouve à l'île d'Elbe, en Suède et en Corse, laquelle jouit non-seulement de la propriété d'attirer, à une certaine distance, le fer, son protoxyde, son protocarbure ou acier, le cobalt et le nickel, mais encore d'une propriété directrice, c'est-à-dire, de rechercher le pôle nord dans nos climats; ce qui a rendu la boussole si précieuse aux navigateurs et aux géographes. Pour se rendre compte des attractions et des répulsions magnétiques, les physiciens ont admis deux fluides qu'ils ont appelés l'un *austral* et l'autre *boréal*; ces deux fluides s'attirent mutuellement, et ceux de même nature se repoussent. Ce sont ces deux phénomènes qui donnent lieu à une série d'expériences très curieuses et très-variées.

Les aimants naturels jouissent d'une propriété bien remarquable, c'est de pouvoir transmettre leur vertu magnétique aux métaux précités, sans cependant rien perdre de leur force. Il est encore bon de faire observer qu'on peut donner aux aimants artificiels beaucoup plus de force que n'en possèdent les naturels. Je n'entrerai point en ce moment dans

d'autres détails. Je renvoie aux divers traités de physique qui en ont parlé *ex professo*; on peut en trouver d'ailleurs un exposé dans le *Manuel de Physique*, de l'*Encyclopédie-Roret*. Je vais donc me borner à indiquer la manière de faire des aimants artificiels : je m'occuperai ensuite de quelques-unes de leurs propriétés.

Magnétisme terrestre.

M. de Humboldt a communiqué à l'Académie des sciences une lettre de M. Kuppfer, qui renferme un grand nombre d'observations intéressantes sur le magnétisme terrestre, la météorologie, les positions astronomiques. Le voyage de M. de Humboldt en Sibérie a donné une grande impulsion sur les trois propositions de magnétisme terrestre (l'inclinaison, la déclinaison et l'intensité) dans la partie centrale de l'ancien continent. M. Kuppffer annonce que la ligne d'observations correspondantes des variations horaires, établie par M. de Humboldt, s'étend à présent, grâce aux soins de l'Académie de St-Pétersbourg, jusqu'à Pékin. L'astronome Fuss a accompagné la mission qui part tous les dix ans pour la Chine. Une maison magnétique, semblable à celle de Paris, Berlin, St-Pétersbourg, a été construite à Pékin. M. Fuss dans une lettre datée de cette dernière ville du 22 avril 1831, annonce les observations astronomiques, magnétiques, barométriques, thermométriques qu'il a pu faire à Pékin depuis le solstice d'hiver. Les observations météorologiques et des variations horaires du magnétisme ont été continuées après le depart de M. Fuss, par M. Kovanko, qui est resté dix ans à Pékin. (Académie des sciences, séance du 24 octobre 1831.)

Aimantation par l'électricité ordinaire.

M. Lambias a adressé en 1835, à l'Académie des Sciences, un manuscrit sur l'aimantation par l'électricité ordinaire, avec des conducteurs à branches; en voici les résultats :

1° Dans tout conducteur métallique actuellement traversé par une décharge de Leyde, il s'établit simultanément deux *courants* électro-magnétiques qui sont en sens opposé et que l'on peut dire aller, l'un du pôle vitré au pôle résineux; l'autre du pôle résineux au pôle vitré, en se conformant aux idées reçues sur la direction qu'on suppose aux forces électriques magnétisantes.

2° Ces courants, au moins en partie, peuvent être séparés et dégagés l'un de l'autre. Cette séparation s'effectue dans le partage d'une décharge entre deux ou plusieurs branches

diverses d'un même circuit, lorsque dans quelqu'une de ces branches il y a au moins une interruption qui donne lieu à l'étincelle.

3° Cette séparation des courants est susceptible de plus et de moins, et se trouve renfermée dans certaines limites que l'on peut assigner et déterminer, au moins à peu près, par l'expérience, pour chaque décharge et pour chacun des autres éléments qui concourent au phénomène.

4° La séparation de ces courants peut avoir lieu dans quelque portion de circuit soumise à la décharge dans le même temps que d'autres portions de ce même circuit sont traversées par les courants réunis en totalité.

5° Dans tout circuit ou toute portion de circuit que les deux courants traversent réunis en totalité, c'est en général le courant qui va du vitré au résineux, ou le courant primitif, qui prévaut pour déterminer le sens de l'aimantation.

6° Chacun des courants magnétise d'autant plus fortement qu'il est plus séparé ou plus dégagé de l'autre; en général, on peut dire que l'aimantation produite par une décharge de Leyde n'est que l'effet déterminé par le concours simultané de deux forces magnétisantes opposées, et plus ou moins inégales.

7° La simple étincelle ordinaire de la machine donne lieu à des phénomènes analogues.

Aimants artificiels et moyens de les obtenir à l'aide du galvanisme.

M. Moll, professeur de physique à Utrecht, est parvenu à faire, à l'aide de la pile galvanique, des aimants artificiels qui surpassent en puissance la plupart des aimants ordinaires. Après avoir avoué que la première idée de ces expériences est due à M. Sturgeon de Woolwich, voici comment il décrit son *modus faciendi :*

Je pris un fil-de-fer courbé en *fer-à-cheval,* de 230 millimètres de long sur 27 millimètres de diamètre. Je disposai en spirale, autour de ce fer, et de gauche à droite, un fil de cuivre de 3 millimètres d'épaisseur, qui en fit 83 fois le tour. Chacune des deux extrémités du dernier fil fut plongée dans une coupe remplie de mercure, et dans laquelle venaient plonger également les pôles zinc et cuivre d'un appareil galvanique. Le poids du fer-à-cheval et du spirale qui l'entourait était d'environ 2 kilogrammes 447 grammes. L'appareil galvanique employé consistait en une seule auge en cuivre, dans laquelle plongeait une feuille de zinc d'environ 1 mètre 6 décim. carrés de surface. Aussitôt que le fluide conducteur

eût été versé dans l'auge, le fer-à-cheval se trouva être un fort aimant, capable de supporter 24 kilogrammes 5 hectog. En ajoutant des poids avec précaution, ce poids fut de 36 kilogrammes 7 hectog.

La rapidité avec laquelle est produit un si puissant aimant est vraiment étonnante, mais il est détruit avec la même facilité, si l'on change de coupe les deux pôles de la pile. La force magnétique, au contraire, n'est pas détruite instantanément, si, au lieu de changer les pôles de coupe, on se contente de les en retirer, car le fer-à-cheval peut encore supporter, pendant un temps plus ou moins long, et selon sa force, un poids inférieur à celui qu'il attirait auparavant. Plus le poids qui reste ainsi suspendu est considérable, plus il se détache vite.

On sait combien de temps et de peines il faut pour changer les pôles d'un barreau aimanté ordinaire ; il n'en est pas de même de l'aimant artificiel obtenu par la pile ; car, si l'on suspend aux deux pôles du fer-à-cheval, non une pesante barre de fer, mais une aiguille légère, et que l'on change de coupe et avec vitesse les deux pôles de la pile, on reconnaîtra bien un léger mouvement dans l'aiguille, mais elle ne se détachera pas complètement. Si dans cette circonstance, il y a une grande différence entre les deux aimants, en voici une autre où au contraire ils offrent une ressemblance frappante : c'est la *faiblesse qu'ils éprouvent* quand on les *surcharge*. Un aimant ordinaire, et doué d'une certaine force, la perd complètement si l'on charge son poids jusqu'à ce qu'il s'en détache, et même il ne la recouvre ensuite que très-lentement, et en passant par tous les degrés qu'il avait dû parcourir avant d'y arriver. Il en est de même de l'aimant obtenu par la pile galvanique,

Le moment où le fer-à-cheval exerce l'action la plus énergique, est celui ou l'on met les diverses pièces de l'appareil en communication. Quoique ce fer-à-cheval ne possède qu'une force magnétique passagère, dont la durée est limitée à celle de l'action galvanique de la batterie, il peut communiquer cette force d'une manière permanente et très-énergique à des barreaux ou à des aiguilles, ce qui se pratique par le procédé d'aimantatation ordinaire.

M. Moll voulut s'assurer si en augmentant la force de la pile, il augmenterait aussi la force magnétique du fer-à-cheval. Il employa deux piles d'une grande force et se convainquit que ce qu'il avait obtenu jusqu'alors était le *maximum*.

Dans une de ces expériences, il se servit de fil-de-fer au lieu de fil de cuivre, pour placer autur du fer-à-cheval,

après avoir pris la précaution de couvrir ce dernier de soie. Cet appareil qui pesait environ 3 kilogrammes, supporta 43 kilogrammes. Il répéta la même expérience, mais avec un fer-à-cheval plus fort, de 32 centimètres de long sur 6 centimètres de diamètre sur lequel un fil de laiton de 3 millimètres de diamètre faisait 44 tours. Tout l'appareil pesait 13 kilogrammes. La force magnétique développée par une surface de zinc de 1 mètre 6 décimètres carrés, supporta un poids de 67 kilogrammes. Le même appareil, avec un fil-de-fer entouré de soie, supporta 75 kilogrammes. Les pôles de cet aimant prodigieux étaient changés, détruits, renouvelés avec une force extraordinaire. Il communiquait une grande force magnétique au barreau d'acier et aux aiguilles à boussole.

L'un des aimants naturels les plus forts existants, est celui du musée de Teyler à Haarlem ; il supporte un poids de 122 kilogrammes 4 hect.

Balance magnétique de M. Becquerel.

On ne possédait que deux moyens pour comparer entre eux les courants, sous le rapport de leur intensité. Le premier consistait à faire osciller, pendant un temps donné, une aiguille, à la même distance d'un fil conducteur traversé par des courants n'ayant plus la même énergie, et à calculer ensuite l'intensité de chacun d'eux au moyen de la formule du pendule ; le deuxième exige l'emploi du multiplicateur. Mais ces deux méthodes ne permettent point de rapporter les intensités du courant à une mesure commune, facile à se procurer. Dans le but de parvenir à ce résultat, M. Becquerel a cherché à comparer, au moyen du poids, les effets magnétiques d'un courant. Voici la description de son appareil :

On prend une balance d'essai, trébuchant à une fraction de milligramme à chacune des extrémités du fléau ; on suspend à une tige verticale un plateau et un aimant dont le pôle boréal est situé dans la partie inférieure ; on dispose ensuite au-dessous, sur un appareil convenablement placé, deux tubes creux en verre, d'un diamètre assez grand pour que les deux barreaux puissent y entrer aisément sans toucher les parois. Autour de chacun de ces tubes est enroulé un fil de cuivre de manière à former dix mille circonvolutions. Après avoir placé les barreaux suivant l'axe des spirales, on fait passer un courant électrique à travers le fil. Considérons d'abord une seule spirale. Il est évident que, selon la direction du courant, le barreau aimanté s'élève

ou s'abaissera ainsi que le fléau avec lequel il est en rapport. Disposons maintenant la seconde spirale de telle sorte que le mouvement du fléau s'exécute dans le même sens quand le fil est parcouru par le courant; et faisons communiquer ensuite les deux spirales l'une avec l'autre; les actions qu'elles exerceront sur les barreaux s'ajouteront nécessairement.

Quelques exemples nous donneront une idée de l'usage de cet appareil. Ayant pris deux lames, l'une de zinc et l'autre de cuivre, présentant chacune une surface de 4 centimètres carrés et en communication avec les deux spirales, on les a plongées en même temps dans 10 grammes d'eau distillée; les plateaux ont trébuché, et il a fallu ajouter dans l'un des deux un poids de 2,5 milligrammes pour maintenir l'équilibre, l'aiguille aimantée d'un multiplicateur à fil court, qui avait été placée dans le circuit, fut déviée de 60°. En ajoutant au liquide une goutte d'acide sulfurique, on fut obligé d'employer 35,5 milligrammes pour maintenir l'équilibre : les deux courants étaient donc dans le rapport de 1 à 14 environ. M. Becquerel a cherché ensuite le rapport en poids entre des courants provenant de piles composées d'éléments plus ou moins nombreux. Avec une pile de 40 éléments, chargée avec de l'eau contenant 1/30 d'acide sulfurique, 1/20 de sel marin et quelques gouttes d'acide nitrique, il a fallu prendre 615 milligrammes pour maintenir l'équilibre; d'où il suit que l'intensité de ce courant est à celle du courant obtenu avec un seul couple, dans le rapport de 17, 1/2 à 1. Pour mesurer les courants thermo-électriques, on s'est servi de spirales semblables aux précédentes, si ce n'est qu'elles étaient formées de deux rangées de circonvolutions. M. Becquerel en a fait l'application à la détermination des températures de diverses enveloppes de la flamme d'une lampe à alcool, au moyen de deux fils de platine, n'ayant pas le même diamètre, réunis par un de leurs bouts.

M. Becquerel ajoute que de nombreux exemples lui ont prouvé que l'on peut, avec beaucoup de facilité, comparer ensemble par des pensées, les intensités des courants produits par l'électricité à faible et à forte tension.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter l'acier ou augmenter sa force magnétique.*

On prend un barreau d'acier qu'on pose horizontalement, et l'on place à la partie supérieure et à l'inférieure du centre une des extrémités de deux aimants, de façon que les pôles différents soient vis-à-vis l'un de l'autre. On les fait

ensuite glisser jusqu'au bout du barreau en appuyant contre, afin de produire un frottement; on les replace au centre, sans toucher le barreau au retour, et l'on continue plusieurs fois de suite cette opération. Cela fait, on pose horizontalement, et bout à bout, les deux aimants sur le barreau, en les arrangeant de telle façon que les pôles identiques soient opposés et qu'il y ait entre eux un intervalle d'environ 1 millimètre; on les fait glisser doucement tous les deux en même temps jusqu'à l'autre bout, et l'on opère sur l'autre surface. La force de cet aimant artificiel sera d'autant plus grande qu'on aura multiplié davantage cette opération.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter fortement un barreau sans aimant.*

Attachez, avec un cordon de soie, une lame d'acier sur la queue d'une pelle que vous placerez perpendiculairement, et frottez-là de haut en bas avec la partie inférieure des pincettes que vous tiendrez par le milieu et dans une position presque perpendiculaire. Quand vous aurez répété cette opération une douzaine de fois, la force magnétique de cette lame sera telle qu'elle pourra enlever une petite clef. On peut, en aimantant de cette manière plusieurs lames et les réunissant de manière à faire correspondre les pôles semblables, produire des aimants très-forts. Tel était le procédé usité pour aimanter les aiguilles des boussoles.

EXPÉRIENCE. — *Sur la force et la construction des aimants artificiels.*

On donne, avec juste raison, la préférence aux aimants artificiels, parce qu'ils ont plus de force que les naturels, attendu qu'ils aimantent plus fortement. Il est encore un point important, c'est qu'on leur rend aisément leur propriété magnétique qu'ils ont perdue par l'oxydation ou le temps, par les procédés indiqués dans les expériences précédentes, et qu'en leur donnant une forme telle que l'action simultanée des deux pôles ait lieu en même temps, ils acquièrent la faculté de supporter un poids beaucoup plus fort; enfin, qu'on peut rendre les aimants artificiels d'autant plus propres à supporter de grands poids, qu'on réunit plusieurs lames aimantées en faisant correspondre les pôles identiques (*voyez* figures 42 et 43).

Le meilleur acier est celui qui est le plus propre à être aimanté : celui d'Angleterre l'emporte sur les autres ; il peut supporter un poids quatorze fois au-dessus du sien. Le fer doux s'aimante fort bien; le fer fondu est le moins propre à recevoir et conserver le fluide magnétique.

Ce qui est digne de remarque, c'est que les barres de fer qui sont fixées dans un lieu, d'une manière stable, finissent par s'aimanter.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter naturellement le fer.*

Prenez une barre de fer, et placez-la de manière à ce que, par une inclinaison de près de 72 degrés à l'horizon, elle fasse, avec le méridien du lieu, un angle d'environ 22 degrés; cette barre, ainsi disposée, prendra une grande force magnétique, surtout si on lui fait subir de petites secousses.

Les physiciens ont reconnu qu'on pouvait également augmenter le pouvoir magnétique des aimants artificiels en leur ajoutant des lames de fer auxquelles ils ont donné le nom d'*armures*.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter les petits barreaux et les aiguilles.*

Lorsqu'on veut aimanter un petit barreau, on en prend deux aimantés qu'on pose au centre par leurs pôles, comme on peut le voir à la figure 44. On les fait glisser doucement et en même temps sur le petit barreau BC, de manière que l'un aille à droite et l'autre à gauche depuis A jusqu'à C; on continue cette opération sur toutes les faces jusqu'à ce que l'aimantation soit jugée suffisante. On aimante de cette même manière les aiguilles; il est cependant utile de faire observer qu'elle n'est applicable qu'à des barreaux d'environ 71 millimètres de longueur, qui sont aussi plus fortement aimantés que par l'aimant naturel.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter un barreau qui ait des deux côtés le même pôle.*

L'expérience a démontré que la grosseur du barreau qu'on se propose d'aimanter doit être relative à sa longueur. Cela est si vrai, qu'on n'aimante que difficilement un barreau d'acier de 325 millimètres de longueur sur 7 millimètres de largeur et 3 millimètres d'épaisseur, tandis que ce même barreau, réduit à 108 millimètres de longueur, s'aimante très-bien.

Lorsqu'on veut donc aimanter un barreau ou une lame, et lui donner des deux côtés le même pôle, on le choisit d'une longueur deux fois plus grande que celle qu'il devrait avoir relativement à sa grosseur pour être bien aimanté. On l'aimante avec deux barreaux, comme dans l'expérience précédente, mais avec cette différence qu'on ne doit les faire passer que sur la moitié du barreau ou lame à aiman-

ter; l'on répète cette même opération sur l'autre moitié. En suivant une pareille marche, il acquiert, par ces deux bouts, le même pôle qui sera le sud, si le nord de l'un de ces barreaux a passé sur les deux extrémités de cette lame.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter de suite une pincette en la frappant sur le plancher.*

Faites surnager une aiguille aimantée sur un verre rempli d'eau, et prenez ensuite une pincette ou une petite barre de fer que vous laisserez tomber perpendiculairement sur l'un de ses bouts; cela fait, approchez ce bout des bords du verre, il attirera le sud de l'aiguille et l'autre côté attirera le nord. Laissez tomber cette pincette ou barre sur l'autre extrémité, il en résultera que le côté qui avait été frappé en premier lieu, et qui attirait le sud, attire maintenant le nord, et *vice versâ*. Enfin, si l'on fait tomber cette pincette ou cette barre à plat, elle ne conserve plus aucune propriété magnétique.

Ces expériences démontrent évidemment que le fer s'aimante par le choc, que le pôle sud est toujours du côté frappé, et qu'un choc au côté opposé change cette direction des pôles et leur en donne une opposée à celle qu'ils avaient avant le dernier choc.

EXPÉRIENCE. — *Pour aimanter le fer et l'acier par la percussion.*

Prenez des barreaux d'acier doux, que vous ploierez verticalement; en les frappant avec un marteau, ils s'aimantent par l'action de la terre. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que, quoique l'aimantation soit d'abord progressive, après un certain nombre de coups, on ne peut plus l'augmenter. Au moyen de quatre barreaux ainsi aimantés et deux contacts de fer doux, on peut les aimanter à saturation.

EXPÉRIENCE. — *Pour décolorer la teinture de tournesol et de chou au moyen de l'aimant.*

Si l'on plonge, pendant deux ou trois jours, un barreau aimanté dans la teinture de tournesol ou de chou rouge, elle est complètement décolorée.

EXPÉRIENCE. — *Nouvelle manière d'aimanter.*

On a longtemps regardé la faculté dont jouit l'aimant d'attirer quelques métaux, comme étant due à un fluide particulier auquel on avait donné le nom de *magnétique*. De nos jours, M. Œrsted, en observant l'action d'un courant élec-

trique sur l'aiguille aimantée, a ouvert une nouvelle porte aux découvertes de Arago, Ampère, Davy, Faraday, etc. Il est résulté, de leurs savantes recherches, la connaissance de l'identité des fluides électrique et magnétique. Tous les faits observés dépendent en effet des attractions et des répulsions qui ont lieu entre deux courants électriques, suivant leurs directions et leurs positions respectives. L'action de la terre sur les courants électriques est la même que celle qu'elle exerce sur l'aiguille aimantée ; elle est entièrement représentée par l'action d'un courant électrique circulant autour de la terre dans une direction voisine de celle de l'est à l'ouest dans nos climats. Or, comme l'action des aimants sur les courants électriques est semblable à celle de la terre sur ces courants, et que Arago est parvenu à former avec des courants électriques des aimants artificiels, l'on est forcé de reconnaitre l'identité des fluides électrique et magnétique.

Le nouveau procédé pour aimanter l'acier est dû à Arago ; il consiste à l'entourer d'un fil en hélice dans lequel on établit des courants électriques, en le faisant communiquer avec les deux pôles de la pile voltaïque, ou bien par des décharges réitérées d'une batterie électrique. L'acier ainsi aimanté, conserve indéfiniment cette propriété. Il est inutile de dire que l'hélice doit suivre le barreau ou la lame d'acier, suivant la forme qu'on lui donne. Cette nouvelle manière d'aimanter est préférable à l'ancienne, au moyen de laquelle il arrive souvent qu'il se forme des points où les deux pôles se réunissent, et qu'alors ces barreaux présentent des irrégularités, telles qu'une aiguille d'épreuve y est plusieurs fois attirée et repoussée.

Nouveau procédé d'aimantation.

Ce procédé, que M. Aimé a consigné dans le tome 3 du journal de la Société des Sciences physiques et chimiques, consiste à donner la trempe et l'aimantation en même temps au barreau d'acier. Pour cela, une barre de fer doux, courbée en fer-à-cheval, a été entourée d'un fil de laiton couvert de soie, les deux extrémités de ce fil ont été mises en communication avec les pôles d'une batterie voltaïque ; on a fait rougir un barreau d'acier d'une longueur égale à la distance des deux extrémités du fer-à-cheval ; puis, ayant saisi le morceau d'acier avec une pince, on a appliqué les deux pôles du fer-à-cheval sur le barreau, et on les a plongés dans un baquet d'eau froide. Une minute ou deux après l'immersion, on a détaché la barre de fer-à-cheval et l'on a recommencé

avec d'autres tirées successivement du feu. Afin d'empêcher le fil de laiton de se mouiller, on avait eu soin, en trempant l'appareil dans l'eau, d'envelopper les deux extrémités de l'hélice dans un linge couvert de mastic; les bouts du fil conducteur avaient été soudés aux pôles zinc et cuivre de la batterie; un seul fil avait été employé. Cependant il peut être préférable d'en réunir plusieurs en faisceau, ou même de prendre un ruban de cuivre recouvert de soie ou de vernis. Le barreau ne doit pas être détaché trop vite du fer-à-cheval; il faut attendre que l'intérieur du morceau d'acier ait pris une température peu élevée, afin que les molécules aient eu le temps de se disposer convenablement pour l'aimantation et pour la trempe. La durée de l'immersion varie avec la grosseur du barreau et la température qu'il a en sortant du feu. Elle est, dans tous les cas, très-courte.

Ce moyen est très-commode pour préparer les aimants dits *en faisceau* et peut-être les aiguilles de boussole; car il donne la faculté d'aimanter presque aussi fortement les barreaux à trempe dure que ceux à trempe douce.

RÉCRÉATION 68. — *Faire promener une aiguille en divers sens sur le papier, sur une assiette ou sur un plateau de verre.*

Placez une aiguille sur une feuille de papier, sur une assiette ou sur un plateau de verre, et présentez-lui un barreau aimanté disposé en fer-à-cheval; elle s'y portera avec force; ne présentez qu'un des bouts à l'une des extrémités de l'aiguille, il la repoussera, tandis qu'il attirera l'autre. En tirant enfin l'aimant devers vous, à une certaine hauteur, ou le reculant, vous parvenez à faire marcher ainsi l'aiguille en avant ou en arrière. On produit également ces mêmes effets en plaçant l'aimant sous le papier, sous l'assiette ou sous le verre, ce qui rend cette expérience bien plus curieuse.

RÉCRÉATION 69. — *Enlever une aiguille sans la toucher.*

Mettez une aiguille sur du papier, et posez par-dessus, à quelques millimètres de hauteur, un aimant, l'aiguille s'y élèvera aussitôt. Détachez-les et élevez l'aimant un peu plus haut, elle s'y élèvera encore. En multipliant ces essais, on parvient à n'approcher l'aimant de l'aiguille qu'à une hauteur de 17 à 22 millimètres, et cependant elle s'y précipite avec une rapidité étonnante.

RÉCRÉATION 70. — *Laisser tomber une aiguille sur une surface polie verticale sans qu'elle tombe à terre.*

Laissez tomber une aiguille sur un barreau aimanté, placé verticalement; elle y adhérera aussitôt, et y restera fixée avec force.

Propriété magnétique de petits instruments d'acier.

Depuis longtemps on sait que les petits instruments d'acier, tels que forets, poinçons, vrilles, etc., destinés à agir dans un seul sens, soit en tournant, soit par percussion, acquièrent la vertu magnétique et la conservent, parce qu'ils sont d'acier. Le fer doux peut aussi conserver cette faculté par un procédé mis en usage par M. Vernier, et publié dans le journal de la Société des Sciences physiques et chimiques, tome 2, par M. le professeur Faivre d'Esnans.

On saisit, par ses deux extrémités, un fil-de-fer doux de 1 décimètre environ de longueur et de quelques millimètres de grosseur, au moyen de deux pinces à anneaux, ou de deux petits étaux à main dont on a préalablement vérifié la nullité de polarisation. On dirige ce fil-de-fer selon le méridien magnétique, ou à peu près, et on le tord à droite ou à gauche, sept à huit fois sur lui-même. Après avoir détaché les pinces, on présente ce fil à l'aiguille aimantée et l'on reconnaît qu'il a acquis la puissance magnétique. Les pôles sont tels, que si le fil-de-fer était sur un pivot, il se mettrait dans la position où il était lors de sa torsion.

Si, pour faire cette expérience, on dirige le fil-de-fer du levant au couchant, aucune aimantation n'est produite; les deux extrémités de l'aiguille sont attirées indifféremment par celle du fil.

Le fer doux, ainsi tordu, conserve sa puissance attractive et répulsive un temps considérable, dans quelque position qu'on le mette ensuite, puisqu'en réunissant en faisceau plusieurs pièces ainsi aimantées, en sorte que les pôles de même nom soient juxta-posés, on obtient un barreau d'une force considérable et dont l'effet persiste.

EXPÉRIENCE. — *Faire prendre à de la limaille de fer, sans la toucher, un ordre symétrique.*

Répandez de la limaille de fer sur un papier ou sur un plateau de verre; en promenant un aimant au-dessus et au-dessous, on voit la limaille se réunir en divers sens, prendre un ordre symétrique et former des courbes qui se croisent vers les extrémités de l'aimant.

EXPÉRIENCE. — *Barreau aimanté servant à indiquer la direction des pôles.*

Suspendez sur le pivot de fer A (fig. 45), le barreau aimanté B, en le plaçant à l'échancrure conoïde C, vous le verrez aussitôt osciller à droite et à gauche d'une direction et s'y fixer. Dans cette position, ses deux extrémités regardent, à peu de chose près, les deux pôles. C'est en présentant à l'une de ces deux extrémités d'autres barreaux aimantés qu'on peut reconnaître leurs pôles.

EXPÉRIENCE. — *Séparer en un instant un peu de limaille de fer mêlée avec de la limaille de cuivre, d'or, d'argent, etc.*

Pour séparer la limaille de fer des autres limailles métalliques, autres que celles de cobalt et de nickel, il suffit de promener dessus un aimant; aussitôt les particules de fer s'y adhèrent. C'est par ce même moyen qu'on extrait de la poussière ferrugineuse tombée dans les yeux.

EXPÉRIENCE. — *Pour reconnaître si un minerai contient du fer, du cobalt ou du nickel.*

Il suffit, pour cela, s'il est en masse, et qu'il ne soit pas oxydé, de le présenter à l'une des extrémités du barreau aimanté suspendu ; s'il oscille et se dirige vers le minerai, il contient du fer, du cobalt ou du nickel; s'il reste stationnaire, il ne contient aucun de ces trois métaux.

EXPÉRIENCE. — *Faire avancer ou reculer sur l'eau un canard automate en lui présentant du pain ou un bâton.*

On arrange un canard en carton, revêtu d'un taffetas gommé et de plumes, et l'on place dans le bec une lame d'acier aimanté; on pose le canard dans le petit bassin rempli d'eau. D'un autre côté, on met dans un morceau de pain un barreau aimanté : on en introduit un autre à l'extrémité d'un bâton, en observant que celui du pain doit avoir, à l'extrémité qu'on offre au bec du canard, un pôle d'une nature différente, afin qu'il puisse l'attirer : tandis que celui du bâton doit être d'une même nature, afin de le repousser. Il est donc évident qu'en présentant le pain à ce canard, il doit en approcher jusqu'à ce qu'il le touche, et qu'en lui montrant le bout du bâton, il doit reculer. Cette récréation est fort agréable ; c'est à peu près celle dont parle J.-J. Rousseau dans son *Emile*.

RÉCRÉATION 71. — *Faire marcher une substance sur l'eau sans la toucher.*

Remplissez un vase d'eau, et placez à sa surface une petite plaque de liége sur laquelle vous aurez mis une pierre d'aimant. Si vous présentez ensuite le pôle austral d'une autre pierre au pôle boréal de celle-ci, vous la ferez avancer vers vous; si vous en approchez, au contraire, un pôle semblable au sien, elle marchera en sens contraire.

RÉCRÉATION 72. — *Baguette magnétique.*

Prenez une petite baguette de bois d'ébène, d'acajou ou de tel autre bois que vous voudrez; faites en sorte qu'elle ait une longueur de 270 millimètres sur 11 millimètres de grosseur, et qu'elle soit perforée dans toute sa longueur, de manière à recevoir un petit barreau d'acier fortement aimanté. Cette baguette doit être fermée à chacune de ses extrémités par deux boutons d'ivoire noir, chacun d'une forme différente, afin de reconnaître les deux pôles de cet acier.

Avec cette baguette, on peut exécuter un grand nombre de tours fort agréables, en attirant ou repoussant les corps aimantés suivant le pôle qu'on leur présente.

RÉCRÉATION 73. — *Lunette magnétique.*

Faites construire une lunette d'ivoire assez mince pour être translucide, afin que la lumière puisse pénétrer dans l'intérieur. Sa hauteur doit être de 68 millimètres à 81 millimètres de hauteur, et sa forme analogue à celles de spectacle, avec cette différence que le dessus A et le dessous B (fig. 46) doivent entrer à vis dans le tube d'ivoire C; pratiquez au-dessus, vers le point A, une portée pour y placer une loupe ou oculaire D dont le foyer soit de 54 millimètres. (*Voyez* fig. 47). Le cercle d'ivoire B doit être ouvert afin d'y placer un verre quelconque E, qu'on couvre en dedans d'un papier noir et d'un petit cercle de carton. Placez au milieu de ce cercle un pivot F, sur lequel vous mettrez une très-petite aiguille aimantée G qui soit moins grande que le diamètre de ce cercle, etc.; recouvrez-le d'un verre, afin d'empêcher l'aiguille de sortir de dessus son pivot. Ainsi disposée, cette lunette est une espèce de boussole placée au fond d'un tube d'ivoire assez translucide pour qu'on puisse voir la direction de son aiguille, et dont l'oculaire serve à distinguer les lettres ou les chiffres qui doivent être tracés sur le cercle de carton placé au fond de la lunette.

Effet. D'après ce que nous connaissons sur les attractions

et les répulsions magnétiques, en posant cette lunette à une petite distance au-dessus d'un barreau aimanté ou d'une boîte en bois ou métallique, pourvu qu'elle ne soit ni de fer ni de cobalt ni de nickel, dans laquelle on l'aura placée, l'aiguille aimantée de la lorgnette prendra la même direction que celle qu'a ce barreau, et indiquera, par son nord, le sud du barreau, etc.

Il est bon de faire observer qu'on ne doit pas trop éloigner l'aiguille du barreau, surtout s'il est fort petit, et que le pivot de l'aiguille doit correspondre avec le dessus du centre du barreau, afin de n'avoir point de fausse indication.

Cette lorgnette sert à une foule de récréations ; nous en décrirons les plus curieuses.

RÉCRÉATION 74. — *Boîte aux nombres.*

Faites construire une petite boîte de bois de noyer fermant à charnières, d'environ 135 millimètres de longueur sur 27 millimètres de largeur ; ayez, pour l'usage de cette boîte, dix tablettes de bois de 5 à 7 millimètres d'épaisseur (fig. 48), dont trois seulement puissent remplir son intérieur.

Tracez un cercle sur chacune de ces dix tablettes, divisez chacune d'elles en dix parties égales (*voyez* fig. 49), et tirez par les points de division des lignes A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7. A8, A9, A0, de manière à indiquer séparément sur ces dix tablettes les diverses directions que peuvent prendre ces lignes.

Creusez exactement une rainure le long de ces lignes, et logez dans chacune d'elles un petit barreau de 41 millimètres de longueur, bien aimanté, dont vous dirigerez les pôles comme il est indiqué sur ces tablettes. (*Voyez* fig. 49). On remplit le vide avec de la cire molle, et l'on recouvre chacune de ces tablettes d'un double papier blanc sur lequel on transcrit, dans l'ordre désigné sur ces mêmes figures, les dix chiffres : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 0.

Placez au fond de la lunette magnétique, dont la construction vient d'être donnée, un petit cadran de papier divisé en dix parties, comme le désigne la figure, et transcrivez ces dix chiffres dans chacune de ces divisions.

Tracez aussi sur ce cadran la petite flèche AB, dont la pointe répond au chiffre 1.

Effet. Lorsqu'ayant renfermé trois des dix tablettes dans la boîte, vous poserez cette lunette sur son couvercle, exactement au-dessus des tablettes qui y sont contenues, en observant qu'à chaque position la petite flèche tracée sur le cadran

soit dirigée perpendiculairement sur le côté de la boîte où est la charnière, l'aiguille qui est renfermée dans cette lunette prendra les mêmes directions que ces barreaux, et vous indiquera sur ce cadran les chiffres qui sont transcrits sur ces tablettes. Cet effet aura également lieu pour les sept autres tablettes.

On donnera la boîte et ces dix tablettes à une personne, en lui laissant la liberté de former, avec trois de ces dix chiffres (tels qu'elle voudra choisir secrètement), le nombre qu'elle jugera à propos, et, au moyen de cette lunette, on lui dira, sans ouvrir la boîte, quel est le nombre qu'elle a formé, en lui persuadant qu'on l'aperçoit au travers de son couvercle.

On peut, si on le veut, n'avoir que cinq tablettes, telles que celles où sont désignés les cinq chiffres, 1, 2, 3, 7, 8, alors on transcrit au revers les cinq autres, 6, 5, 4, 9 et 0; on ne doit pas craindre de cette manière de ne pas réussir, si la personne qui forme le nombre renverse les tablettes sens dessus dessous dans la boîte, parce qu'on connaîtra toujours les chiffres qui sont tournés en dessus. Pour peu qu'on examine la direction des aimants renfermés dans les cinq tablettes, on verra aisément que cet effet doit avoir lieu.

On peut augmenter la longueur de la boîte, de manière qu'elle contienne quatre ou cinq tablettes; mais, plus il y a de tablettes, plus il est difficile de placer précisément la lunette au-dessus d'elles : c'est pourquoi il faut alors qu'une petite marque sur le couvercle guide celui qui fait cette récréation.

RÉCRÉATION 75. — *Boîte aux chiffres à double boîte.*

Procurez-vous deux boîtes en noyer AB fermant à charnière ; celle en A doit avoir 217 millimètres de longueur sur 54 millimètres de largeur et 135 millimètres de profondeur, nonobstant l'épaisseur du fond qui ne doit avoir que 2 millimètres au plus. Celle en B doit être de la même grandeur, et n'avoir que 9 millimètres de profondeur avec un dessus fort mince (*voyez* fig. 50). Préparez quatre tablettes en bois C, D, E, F, ayant 15 centimètres carrés et 8 millimètres d'épaisseur; elles doivent remplir exactement cette boîte, et avoir au milieu une rainure de 47 millimètres de longueur sur 7 millimètres de largeur et 5 millimètres de profondeur. Placez dans chacune de ces rainures une barre d'acier trempé, bien poli, fortement aimanté et les remplissant exactement sans déborder le bois; couvrez le tout d'un double papier collé, afin de cacher ces aimants. Ces dispositions prises,

écrivez sur ces tablettes les chiffres 2, 3, 4, 7 (1), en ayant soin qu'ils soient tracés suivant la disposition des pôles des barreaux et tels qu'ils sont représentés dans la figure.

La boîte B doit avoir son fond divisé en quatre carrés égaux, et au centre de chacun un pivot supportant une aiguille aimantée renfermée entre deux petits cercles d'un carton très-mince fait avec deux feuilles de papier collées l'une sur l'autre. Ces aiguilles, garnies de leur cercle, doivent être en un parfait équilibre, afin de ne pas frotter contre le verre qui les couvre. Divisez ces quatre cercles par deux diamètres qui se coupent à angles droits, et transcrivez sur chacun, et à égale distance de leur cercle, les quatre chiffres 2, 3, 4 et 7, en ayant égard aux pôles des aiguilles aimantées qui y sont renfermées. Couvrez ensuite cette première boîte d'un verre sur lequel doit être collé un papier ayant quatre ouvertures correspondantes au-dessus des quatre chiffres qui sont tournés du côté de la charnière de cette seconde boîte, lorsque la première, remplie de ces quatre tablettes, se trouve exactement placée au-dessous.

Effet. — Lorsqu'on a placé, de quelque façon que ce soit, ces quatre tablettes dans la seconde boîte, et qu'on a ainsi formé un nombre avec les quatre chiffres qui s'y trouvent tracés, si on la ferme et qu'on pose en dessous la première boîte, il en résultera que les quatre aiguilles aimantées, qui sont mobiles, prendront une direction semblable à celle des barreaux renfermés dans les tablettes, et l'on devra voir nécessairement, par les quatre ouvertures dont nous avons déjà parlé, quatre chiffres semblables et rangés dans le même ordre que celui qu'on aura suivi pour ceux des tablettes.

Cet effet est dû à la manière dont les chiffres sont réciproquement tracés, tant sur les tablettes que sur les cercles, eu égard aux pôles respectifs des aiguilles et des barreaux aimantés qu'elles renferment.

Récréation au moyen de cette boîte. — On peut rendre cette récréation très-amusante, en remettant à quelqu'un la seconde boîte avec ses quatre tablettes, en la priant de les y placer de manière à former le nombre qu'elle désire au moyen de ces quatre chiffres, et lui annonçant qu'on a déjà tracé soi-même ce nombre à l'avance dans la première boîte. Aussitôt qu'elle a disposé ses nombres, on la prie de fermer la boîte; cela fait, on pose la première sur celle-ci, et on l'ouvre un instant après pour lui faire voir les mêmes nombres.

(1) Il faut observer de ne pas employer les chiffres 6 et 9, attendu qu'en plaçant les tablettes de haut en bas, ils forment d'autres chiffres qui induisent en erreur.

RÉCRÉATION 76. — *Boîte aux fleurs.*

Faites faire une boîte qui ait 135 millimètres environ de hauteur sur 54 d'épaisseur (*Voyez* fig. 51.) Son couvercle doit être fort mince et entrer à vis dans le pied A, sur lequel est supporté un petit vase C, ayant une ouverture à son milieu propre à recevoir la tige de deux fleurs artificielles différentes, comme S G. Ces tiges doivent être faites avec un fil d'acier trempé, poli et très-aimanté, et de manière à ce que le pôle nord de l'une soit à l'extrémité de la tige qui doit entrer dans ce petit vase, et que ce même pôle, dans l'autre fleur, soit à l'extrémité supérieure qui se rattache à la fleur. Ces deux tiges doivent être entourées de soie verte, et former de petites ramifications qui en sont également couvertes, et auxquelles on adapte des fleurs et des feuilles de nature différente.

Effet. — Lorsqu'on aura placé l'une de ces fleurs dans ce vase, il est évident que le nord de la tige principale de l'une de ces fleurs se trouvera vers le pied du vase, et le sud de l'autre vers la partie supérieure. Supposons que la première soit S et l'autre G, il est certain que, lorsqu'une personne aura placé une de ces deux fleurs dans cette boîte, en la regardant avec la lunette magnétique dont nous avons donné la description, la direction de l'aiguille qui y est contenue fera connaître quelle est la fleur qu'on aura enfermée dans la boîte. Si l'aiguille ne se fixe pas, c'est une preuve qu'on n'y en a mis aucune.

RÉCRÉATION 77. — *L'écu dans une tabatière.*

Percez, dans tout son diamètre, une pièce de cinq francs avec un foret, et introduisez dans ce trou une aiguille à coudre fortement aimantée ; soudez ensuite l'ouverture avec un peu d'étain, pour qu'on ne s'en aperçoive point.

Effet. — D'après ce que nous avons dit de la lunette magnétique, il est évident qu'en l'approchant de cet écu, l'aiguille de la lunette se fixera suivant la direction de l'aimant qu'on y aura placé.

Récréation. — Avec un écu ainsi préparé, on exécute une récréation fort agréable : on commence par en emprunter un à quelqu'un; on y substitue avec adresse le premier, et on le donne à une autre personne, en la priant de le mettre ou de ne pas le mettre dans la boîte, et de le poser ensuite sur la table. Cela fait, on regarde avec la lunette magnétique, qu'on place très-près du couvercle, et, si son aiguille prend une direction et se fixe, c'est une preuve que l'on a mis

l'écu dans la tabatière. Il est bon de faire observer que, l'aiguille se tournant et se fixant naturellement du côté du nord, il faut, avant de s'en servir, regarder sa situation, qui doit changer à mesure qu'elle est plus près de l'écu.

RÉCRÉATION 78. — *La découverte inconcevable.*

Faire placer secrètement par une personne, dans l'ordre qu'elle voudra, ces huit mots latins qui forment un vers :

Tot tibi sunt dotes quot cœlo sidera virgo,

et deviner dans quelle disposition on les aura mis.

Cette récréation consiste à faire faire une boîte très-plate (fermant à charnière) et ayant 217 millimètres de longueur sur 81 de largeur et 9 millimètres de profondeur. (*Voyez* fig. 52.) Prenez huit tablettes A, B, C, D, E, F, G, H, d'une égale grandeur, de 7 millimètres d'épaisseur, et remplissant exactement cette boîte lorsqu'on les y place toutes les huit; le couvercle de cette boîte doit être fort mince. Tracez un cercle sur chaque tablette; divisez-le en huit parties égales, et pratiquez-y une rainure pour placer une lame d'acier aimantée ayant les pôles disposés comme l'indique la figure; recouvrez-les avec du papier, et, en conservant l'arrangement qu'elles ont, écrivez sur chacune un des huit mots latins de la manière suivante :

Tot tibi sunt dotes quot cœlo sidera virgo.

D'un autre côté, ayez une seconde boîte de la même grandeur que la précédente, mais un peu plus profonde (*voyez* fig. 53); couvrez son fond intérieur d'un papier et décrivez les huit cercles A, B, C, D, E, F, G, H, dont les centres doivent se tourner vis-à-vis de ceux des huit tablettes renfermées dans la boîte (fig. 52). Quand cette seconde boîte est exactement posée au-dessus, divisez chacun de ces cercles en huit parties égales, comme l'indique la figure, et écrivez dans chacune de ces divisions les huit mots latins, en conservant fidèlement l'ordre indiqué, afin que, cette boîte se trouvant posée sur la première, les huit aiguilles aimantées (tournant sur les pivots placés au milieu de ces cercles) se dirigent sur des mots semblables à ceux qui ont été écrits sur les tablettes qui y correspondent, de façon qu'on reconnaisse ainsi la construction et l'ordre dans lequel on a disposé ces mots.

Récréation. — Remettez la première boîte, ainsi que les huit tablettes, à une personne, en la priant d'arranger les mots de ce vers latin dans une des 40,320 manières dont

est susceptible d'être disposé, de fermer ensuite la boîte, e l'envelopper de papier et de la cacheter, afin qu'on ne aisse pas l'ouvrir. Cela fait, prenez cette boîte, placez au-essus la seconde boîte et écrivez la construction qu'on a onnée à ce vers, le plus promptement possible, afin d'aug-enter la surprise des spectateurs auxquels vous montrerez papier, ainsi que la boîte cachetée à laquelle rien n'aura é dérangé.

RÉCRÉATION 79. — *Le puits enchanté.*

Figurez un puits en carton A (fig. 54), ayant 217 milli-ètres environ de hauteur sur 162 millimètres d'ouverture, supporté par la caisse carrée BC, dans laquelle vous pla-rez un tiroir T d'une profondeur de 9 millimètres. L'ou-erture de ce puits doit diminuer au point de former un arré tronqué au-dessous du point G, et n'avoir là que 54 illimètres de diamètre. (*Voyez* la fig. 55.)

Au-dessus de cette caisse, et à 14 millimètres au-dessous u fond intérieur G de ce puits, placez un petit miroir con-exe H ayant une sphéricité telle qu'en se regardant par ouverture de ce puits, à une distance de 466 à 487 milli-ètres, la tête et le buste ne paraissent avoir que 54 milli-ètres de grandeur.

Sur cette caisse, et au point I, doit être fixé un pivot des-iné à supporter l'aiguille aimantée RQ, qui doit être reu-rmée dans le cercle de carton très-mince OS, ayant un iamètre de 135 millimètres et divisé en parties égales, ir lequel on a dessiné quatre petits cercles sur trois des-uels sont représentés les trois têtes V, X et Y (fig. 56), en ariant la coiffure et la chevelure de chacune, et en décou-ant à jour la place de la tête. Le quatrième cercle Z doit tre entièrement découpé à jour, ainsi que l'indique la même gure, et il faut que l'aiguille aimantée RQ, que contient grand cercle, y soit placée avec les pôles disposés de la anière qu'ils sont situés dans la figure.

D'autre part, on a quatre tableaux de 37 centimètres arrés V, X, Y, Z (fig. 57), sur trois desquels doivent être eintes des têtes semblables à celles du cercle. Derrière cha-un de ces quatre tableaux, placez un barreau aimanté, yant ses pôles disposés comme dans les figures V, X, Y, Z, t couvrez-les de carton, afin qu'on ne les voie point.

Pour rendre cette récréation plus curieuse, on construit intérieur de ce puits en fer-blanc et on mastique solidement u fond un verre blanc, pour que l'eau qu'on peut y mettre e pénètre pas dans le restant de l'appareil.

Effet. — Aussitôt qu'on aura introduit dans le tiroir un des tableaux V, X, Z, le barreau aimanté qui s'y trouve renfermé fera tourner et fixera le cercle de carton mobile de telle façon que la coiffure analogue à celle qui est représentée sur ce tableau se placera vis-à-vis l'ouverture inférieure du puits. Il est évident qu'alors (1) le miroir convexe réfléchira l'image en petit de la personne qui s'y regardera à une distance convenable, laquelle sera revêtue de la coiffure qui aura été peinte sur le cercle de carton.

Si, au lieu des figures peintes, on met dans le tiroir le tableau Z, il est évident que l'ouverture du cercle mobile qui est découpé à jour en entier se place au fond du puits, et, qu'en s'y regardant, on s'y voit tel qu'on est.

Récréation. — Quand on veut l'exécuter, c'est ce tableau Z qu'on y met d'abord, afin que les spectateurs s'y voient tels qu'ils sont; on leur présente ensuite les trois autres, en leur demandant de choisir la coiffure sous laquelle ils désirent être représentés. Ce choix fait, on retire le premier tableau, et on y substitue celui où se trouve peinte la coiffure désirée, et on fait regarder dans le puits la personne qui a fait cette demande.

Observation. — Cette récréation est une des plus jolies qu'on exécute par l'action de l'aimant; mais, afin qu'elle produise un effet surprenant, il faut que l'ouverture du puits soit fort large, pour qu'il puisse être éclairé dans l'intérieur. Il doit aussi pouvoir être détaché de la caisse qui le supporte, afin de pouvoir changer le cercle de carton, et rendre cette récréation plus agréable, en augmentant le nombre de tableaux. Avec ce puits, on peut faire d'autres récréations au moyen des cartes, etc.

RÉCRÉATION 80. — *Les petits clous.*

Pour faire cette récréation, la table sur laquelle on place les clous doit avoir un aimant caché dans l'intérieur et disposé de manière à ce que celui qui l'exécute puisse le diriger à sa volonté. D'après cela, quand l'une des extrémités de cet aimant se trouve placée au-dessous du point où sont les clous, le fer qu'on leur présente les enlève, parce qu'alors les clous se trouvent aimantés. Lorsqu'au contraire les clous sont placés hors des points correspondants à l'une des extrémités de l'aimant, le fer ne peut point les enlever, parce qu'alors ils ne sont point imprégnés de fluide magnétique.

(1) La personne qui se regarde dans le puits doit se placer du côté du tiroir, et pencher la tête horizontalement.

RÉCRÉATION 81. — *Figure qui monte et descend à volonté dans un vase d'eau.*

Cette figure doit être en liège, elle doit avoir 81 millimè-.res de hauteur, être peinte à l'huile et vernie; elle doit ètre traversée, de la tête au pied, par une lame d'acier bien ıimantée, et être lestée de manière à ce qu'elle ait sa tête ıors de l'eau, et qu'elle conserve une position horizontale. ,e bocal en verre dans lequel elle plonge doit avoir 189 mil-imètres de hauteur, avec un fond plat d'un diamètre égal . 122 millimètres. Il doit contenir une couche d'eau de 81 nillimètres, et être placé sur la table magnétique, de ma-ıière à être au-dessus du point où se trouve une des extré-nités du barreau aimanté.

Effet. D'après ces dispositions, il en résultera que, lorsque e nord du cercle renfermé dans la table magnétique se trou-'era au-dessous du bocal, si le sud de la lame d'acier ai-nantée de la petite figure est vers les pieds, elle sera attirée t s'enfoncera par conséquent dans l'eau, elle remontera en e retirant. Si l'on présente au contraire l'extrémité sud de 'aimant de la table magnétique, il en résultera qu'attirant e pôle nord de la petite figure qui se trouve à l'extrémité de ı lame d'acier qui est dans sa tête, celle-ci se renversera ens dessus dessous, la tête en bas et les pieds en haut. Pour endre cette récréation plus amusante, on fait commander, ar les spectateurs, à la petite figure, de monter, de des-endre, ou de se renverser. Il suffit, pour cela, de changer la irection de l'aimant enfermé dans la table magnétique, ar les moyens que nous avons indiqués.

On peut, avec cette petite figure, faire une foule de tours rès-amusants; il suffit de supposer qu'elle dit *oui*, quand lle monte, et *non*, lorsqu'elle descend.

RÉCRÉATION 82. — *Petites figures qui se poursuivent et s'évitent réciproquement.*

Préparez deux petits piédestaux ronds et creux de 81 mil-mètres de diamètre (fig. 58), dont la partie supérieure A oit percée vers son centre d'un trou de 5 millimètres de iamètre et puisse s'ouvrir. Placez dans le fond de chacun e ces piédestaux une lame aimantée B de 9 millimètres de ırgeur sur 2 millimètres d'épaisseur et 68 millimètres de ongueur. Percez-la vers son milieu, et ajoutez-y une petite ıme de cuivre coudée C, sur laquelle on ajuste une chape ui, se trouvant alors placée au-dessus de cette lame, l'em-ıêche de se balancer lorsqu'elle est posée sur le pivot E.

Ayez un fil de cuivre F entrant à vis dans la partie supérieure de cette chape, et sortant de 27 millimètres à travers le trou qui a été pratiqué au couvercle A.

Formez, avec quelque substance très-légère, deux petites figures de 108 à 135 millimètres de hauteur, représentant, par exemple, un maître et son écolier; ajoutez-les sur ces fils de cuivre, de manière que leur face soit tournée vers le pôle septentrional de chacune des lames aimantées avec lesquelles elles doivent tourner.

Effet. Quand vous présenterez l'écolier à son maître, en tenant le piédestal et l'empêchant avec le doigt de tourner, les deux pôles septentrionaux de ces aimants, d'après la construction ci-dessus, se trouvant alors vis-à-vis l'un de l'autre, celui de l'écolier contraindra celui du maître de tourner le dos vers lequel est dirigé le pôle méridional, et il semblera que le maître fuit devant l'écolier; si vous prenez ensuite l'autre piédestal et que vous le présentiez à l'écolier, il fuira à son tour devant le maître. Cette récréation, bien exécutée, fait toujours le plus grand plaisir.

RÉCRÉATION 83. — *Danse magnétique.*

A C B (fig. 59), est un cercle aimanté caché dans la table magnétique de la sirène; on fait un petit édifice de carton de telle forme qu'on veut, dont la planche est double, afin de pouvoir y cacher quatre lames aimantées C D E F soutenues sur leurs pivots; les fils de laiton qui doivent être élevés sur les chapes de ces aiguilles traversent le plancher supérieur à distances égales, et les extrémités des quatre lames aimantées se trouvent, lorsqu'elles tournent, placées vers les bords du cercle aimanté ci-dessus.

Ajustez sur chacun de ces fils de laiton deux petites figures fort légères, une d'homme et une de femme, de façon qu'elles soient diamétralement opposées entre elles, et placées de manière que, le cercle aimanté étant au-dessous de cette pièce, dans une direction déterminée, les quatre figures d'homme soient en face du centre de ce même cercle.

Placez cet édifice sur la table magnétique.

Effet. Si l'on fait mouvoir secrètement le cercle qui est caché dans la table, de manière qu'il fasse un tour entier, il arrive que chacune de ces lames aimantées et les figures qu'elles soutiennent font un demi-tour; si vous ne lui faites parcourir qu'un demi-tour, elles ne feront alors qu'un quart de tour; enfin, si vous les faites aller et venir, elles iront et viendront de la même manière et proportionnellement aux espaces parcourus par ce cercle.

Pour rendre cette récréation agréable, on prévient qu'il y a dans le petit édifice quatre petites figures qui aiment tellement la danse qu'elles se livrent à cet exercice dès qu'elles entendent qu'on chante ou qu'on joue de quelque instrument. Cela dit, on propose à une personne de chanter une contredanse, afin d'en faire l'épreuve, et l'on fait aussitôt agir les figures au moyen du cercle aimanté que l'on fait mouvoir. L'on prévient que, si l'on cessait de chanter, les figures s'arrêteraient sur-le-champ; en effet, si la personne cesse, on ne fait plus mouvoir le cercle, et alors les figures restent sans aucun mouvement.

Nota. Les lames qui supportent ces figures pourraient être placées également en dehors du cercle, mais alors elles seraient trop éloignées ; il vaut mieux les placer en dedans. La longueur des lames doit avoir à peu près le quart du diamètre intérieur du cercle aimanté.

RÉCRÉATION 84. — *Palingénésie.*

Faites construire une tablette en bois A B C D (fig. 60), de 14 millimètres d'épaisseur et de 51 à 59 centimètres carrés, portée sur un pied C ; tracez dessus une fleur ou une carte, et découpez à jour ce que vous avez dessiné. Remplissez ces vides de cire molle ; prenez de grosses aiguilles à coudre, et, les ayant cassées en petits morceaux de 11 à 14 millimètres de longueur, aimantez-les et enfoncez-les perpendiculairement de manière qu'elles ne se touchent pas, mais qu'il y ait peu d'intervalle entre elles. Couvrez ensuite votre tablette d'un papier bien tendu ; pour cela, il faut le mouiller et ne le coller que sur les bords de la tablette.

Effet. Si l'on tamise légèrement sur cette tablette de la limaille de fer, elle se portera sur tous les endroits du papier sous lesquels se trouveront des aiguilles aimantées, et vous donnera ainsi la figure de l'objet qui y aura été tracé.

On prend une fleur, ou l'on fait tirer une carte semblable à celle qui a été tracée, on la brûle, on la réduit en cendre, on met cette cendre dans une boîte où est renfermée la limaille dont on veut se servir ; on les remue bien, afin que le mélange ait lieu ; on verse ensuite sur le tamis, et l'on annonce qu'on va la faire revivre de ses cendres, ce qu'on exécute en apparence en tamisant dessus la tablette cette cendre mêlée de limaille.

Si l'objet n'était pas bien net, il faudrait frapper légèrement sur la tablette ou avec le tamis même, en faisant cette opération.

Comme on exécute un grand nombre de récréations au

moyen de la table magnétique et de la sirène, nous allons donner la construction de cette table.

Table magnétique servant aux diverses récréations qu'on peut faire avec la sirène.

Faites construire une table AB (fig. 61), dont le dessous soit double; on laissera 54 millimètres d'intervalle entre le dessus et le fond, afin de pouvoir ajuster dans une ouverture circulaire I, ménagée dans ce dessus, un bassin de cuivre de 325 à 400 millimètres de diamètre, et de 34 millimètres de profondeur. Soutenez cette table au moyen de quatre pieds tournés; que l'un de ces pieds C soit percé en son milieu depuis D jusqu'en E; ornez ces pieds de plusieurs moulures L et E; que celle E soit formée d'une pièce séparée qui puisse couler facilement dans la partie cylindrique F du même pied C (fig. 62); cette partie F doit être ouverte sur toute sa longueur, c'est-à-dire d'environ 54 millimètres, afin qu'un fil-de-fer qui la traverse, ainsi que la moulure E, puissent servir à la retenir et à abaisser en même temps un cordeau qui doit aller de ce fil-de-fer à la partie intérieure de la table (fig. 63).

Disposez, dans l'intérieur de la table ABCD, un cercle d'acier E dont le diamètre ait 108 millimètres de moins que le bassin; qu'il soit trempé, bien aimanté et soutenu sur une lame de cuivre FG que vous fixerez carrément sur un axe placé au centre inférieur de cette table; cet axe doit rouler sur une plaque de cuivre HI, assez épaisse et vissée sur la table; il doit être encore arrêté en dessous au moyen d'une goupille, afin que cette pièce ne sorte pas de dessus cette plaque.

Ajoutez carrément sur ce même axe, entre la plaque de cuivre HI et la lame de cuivre FG, une double poulie L, sur l'une desquelles vous fixerez le cordeau M, qui, passant sur une poulie N, doit couler le long du pied C de la table, au bas duquel se trouve la moulure sur laquelle il est fixé.

Attachez sur l'autre poulie un cordeau qui, de l'autre bout, soit arrêté sur le ressort PQ; il faut que ce ressort ait assez de force pour faire remonter la moulure E lorsqu'elle a été abaissée, que le tout soit disposé de manière que les frottements soient fort doux et ne fassent pas de bruit.

Insérez dans une petite sirène de liége un petit aimant en forme de fer-à-cheval, ou servez-vous de toute autre figure qui vous semblera commode.

Effet. Lorsque, étant assis vis-à-vis de cette table, vous appuierez le pied sur la moulure E (fig. 61), vous ferez

tourner sur son axe le cercle renfermé dans la table, et, comme il se trouve placé au-dessous du bassin, l'aimant caché dans la petite sirène suivra ce mouvement, parce qu'il sera toujours disposé à se placer entre les deux pôles qui forment les extrémités de ce cercle : par ce moyen, on pourra conduire et arrêter la figure à tous les endroits de la circonférence du bassin que l'on jugera convenables.

Expériences électro-magnétiques très-curieuses pour les amateurs des sciences physiques.

Dans la courte période qui s'est écoulée depuis la découverte d'Oersted jusqu'aujourd'hui, la partie la plus obscure et la plus difficile de la physique, le magnétisme, a fait tant de progrès, qu'elle n'a plus à désirer que d'être étudiée et connue comme toutes les autres branches de la science. Le moyen le plus prompt et le plus certain pour rendre cette étude familière, est d'aplanir la voie des expériences et de se servir d'appareils qui, à la modicité du prix, joignent l'avantage de pouvoir être mis en action par des forces très-faibles. Le grand appareil de Ampère coûte une somme considérable, et exige une force électro-motrice trop puissante pour qu'on puisse espérer qu'il devienne d'un usage général. Obligé, par ma propre situation, de rechercher les procédés d'expériences les moins embarrassants, je suis parvenu, peu à peu, à combiner une série de petits appareils qui m'ont précisément paru convenir à l'usage du plus grand nombre d'amateurs.

Ces petites machines, renfermées dans une cassette, forment une espèce de nécessaire électro-magnétique susceptible de servir, sinon à toutes, du moins à la plus grande partie des nouvelles expériences. Personne n'aura à craindre le non-succès des résultats ; leur réussite est assurée ; il suffit uniquement d'employer les appareils d'après l'instruction qui les accompagne. Cette instruction, pour être immédiatement comprise, exige naturellement qu'on examine les différentes pièces auxquelles elle renvoie, etc.

NÉCESSAIRE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE DE NOBILI.

Ce nécessaire, qui est destiné à suppléer à la plus grande partie des nouveaux appareils électro-magnétiques, est composé de dix-huit pièces principales numérotées ; le numéro qu'elles portent ne sert qu'à les distinguer dans l'instruction, où elles sont brièvement décrites, et où l'on expose la manière de les employer dans les expériences qui inspirent

le plus d'intérêt ou de curiosité. Dans cet ouvrage, elles forment la planche IV et sont numérotées depuis 123 jusqu'à 142. Chacune de ces expériences est désignée à la fin par le nom du physicien auquel elle appartient originairement.

DESCRIPTION ET USAGE DES DIFFÉRENTES PIÈCES.

Cylindre flotteur.

Cette pièce se compose de trois parties : la première est un fil de cuivre recouvert de soie A (fig. 123 et 124), et enroulé autour d'un noyau cylindrique de moelle de sureau, B (fig. 124) ; la seconde est un élément voltaïque formé, à l'ordinaire, d'une petite plaque de cuivre C (fig. 123 et 124), d'un autre de zinc D (fig. 123), soudées chacune aux deux extrémités de la spirale ; la troisième est un disque de liège verni E (fig. 129 et 124), à travers lequel passent ces deux extrémités.

On met cette pièce en action dans un vase rempli d'eau acidulée, et assez grand, afin que l'appareil ne soit point entraîné par la capillarité contre les parois du vase. Au moment de l'immersion, s'établit le courant voltaïque, qui, partant du cuivre, se rend au zinc en suivant tous les contours de la spirale, puis retourne au cuivre par la voie du conducteur humide.

Anneau flotteur.

Cette pièce ne diffère de la précédente qu'en ce que le fil métallique recouvert de soie, au lieu d'être enroulé sur un noyau cylindrique, fait plusieurs révolutions sur lui-même, de manière à former un anneau A (fig. 125), de 27 millimètres environ de diamètre.

Lorsque ce flotteur est placé sur l'eau acidulée, il donne les signes d'aimantation qu'offre la spirale cylindrique des figures 123 et 124. Il sert en outre à l'expérience suivante : on prend un barreau aimanté, long de 135 ou 162 millimètres, et, le tenant à la main par une de ses extrémités, on en approche horizontalement le côté libre d'une des forces de l'anneau. Celle-ci est attirée ou repoussée : lorsqu'elle est attirée, elle vient s'appuyer contre le côté du barreau aimanté, elle glisse ensuite le long de ce côté, arrive à l'extrémité, le dépasse, puis s'enfile par-dessus pour rétrograder jusqu'à la moitié du barreau, où il se met en équilibre et se fixe.

Il arrive quelquefois que les résistances sont telles que l'an-

neau s'arrête avant d'avoir achevé son voyage; on facilite alors son mouvement au moyen de légères secousses.

N. B. A cause de la résistance que leur oppose le conducteur humide, les deux flotteurs, que nous venons de décrire, ne sont pas assez mobiles pour se placer spontanément dans le plan du méridien magnétique. La figure 126 représente un grand anneau de 81 millimètres de diamètre, qui supplée à ce défaut lorsqu'on l'attache à un fil de soie très-fin, et qu'on le suspend de manière que son élément voltaïque plonge librement dans l'eau acidulée ; ce mode de suspension, joint à la grandeur de l'anneau, permet au système d'obéir immédiatement à l'action du magnétisme terrestre. Les conditions de son équilibre sont au nombre de deux, l'une que l'axe de l'anneau tombe dans le plan du méridien magnétique ; l'autre, que le courant se dirige de l'est à l'ouest dans la partie inférieure de l'anneau.

Appareil pour le mouvement de rotation continu de Faraday.

Il est composé de trois parties principales : la première est un socle isolant A (fig. 127), creusé en dessus en forme de coupe B et percé dans le milieu jusque vers le fond en C. Outre ce trou central, il en existe un autre latéral D qui communique avec le premier ; la seconde partie consiste en un cylindre E aimanté, enfoncé jusqu'à la moitié dans le socle et garni à son sommet d'une petite coupe en ivoire F. Enfin, la troisième partie est formée d'un conducteur mobile XX, ayant un pivot en G.

Pour faire fonctionner cet appareil, il faut commencer par remplir de mercure le trou latéral D du socle; en second lieu, on place la pointe C du conducteur mobile sur le sommet du cylindre aimanté (ce sommet est recouvert d'une petite pièce de verre concave pour diminuer le frottement); on verse, en troisième lieu, un peu de mercure dans la coupe F du cylindre aimanté, et dans celle du socle B ; dans cette dernière, le mercure doit à peine arriver jusqu'à la pointe inférieure du conducteur mobile. Enfin, on prend dans les mains les deux fils conjonctifs d'un électro-moteur, et on les plonge, l'un dans le mercure du trou latéral du socle, et l'autre dans sa coupe (dans ce mode de communication, le courant passe par le cylindre aimanté). Au moment où s'exécute la dernière opération, le conducteur mobile se met à tourner autour du cylindre aimanté, en mettant l'un des fils conjonctifs à la place de l'autre, le circuit est renversé, et en même temps la rotation du conducteur mobile se fait dans un autre sens.

Dans les appareils ordinaires, le courant ne passe pas par l'aimant, comme il est indispensablement obligé de le faire dans la figure 127 disposée comme nous venons de l'indiquer. Cette circonstance ne modifie en aucune manière le phénomène, comme il est facile de s'en assurer, en passant sur la coupe du cylindre aimanté, le fil qui plongeait dans le mercure du trou latéral du socle. Il est vrai que le fil transporté dans cet endroit empêche le conducteur mobile de continuer ses révolutions, puisque ce dernier vient heurter contre lui, en le soulevant néanmoins, de la coupe où il plonge au moment où le conducteur mobile est sur le point de le rencontrer, et en le remettant subitement à son poste, on a la facilité d'observer autant de révolutions continues qu'on le désire. C'est ainsi que cet appareil se prête aux deux modes de communication, sans qu'il soit nécessaire d'y rien ajouter ou modifier.

Tablette sur laquelle sont placés, dans les parties A B C, *trois systèmes différents de fils recouverts de soie.*

Partie A (fig. 128), spirale plate D évidée dans l'intérieur et garnie de deux coupes E E dans lesquelles se terminent les extrémités de la spirale F F; ces coupes ont, dans le milieu, une petite saillie perforée G G jusqu'à une certaine profondeur; ces trous sont destinés à recevoir les fils conjonctifs de l'élément voltaïque. Placez ces fils dans le lieu indiqué, remplissez les coupes de mercure, et vous aurez un courant électrique qui passera d'une coupe à l'autre, en suivant les contours de la spirale. Dans son passage, le courant acquiert une telle force qu'il met en mouvement le mercure des deux coupes. Dans l'une d'elles le mercure tourne dans le sens opposé au courant qui passe par toutes les spires; dans l'autre, le mercure tourne dans la direction de ce même courant; le premier mouvement rotatoire a lieu dans celle des coupes où le courant du mercure s'approche du courant de la spirale; le second mouvement s'opère dans la coupe où le courant du mercure s'éloigne du courant de la spirale (1).

Partie B, spirale plate, mais pleine, H.

Partie C, rectangle I formé d'un seul fil plié en autant de lignes parallèles en contact réciproque que les contours de la spirale B.

Les deux systèmes B C sont garnis de trois coupes G où se terminent les extrémités de deux fils K. La coupe du milieu sert au rectangle aussi bien qu'à la spirale. Les coupes laté-

(1) Dans cet appareil, le mercure est substitué au conducteur mobile de Ampère.

rales servent chacune à la partie la plus voisine. On remplit les trois coupes de mercure; puis l'on agit de manière que, tantôt un système et tantôt l'autre reçoive la décharge d'une batterie électrique. Quand la décharge passe par les contours circulaires de sa spirale, une vive lumière jaillit sur le disque de celle-ci; au contraire, quand la décharge passe par les contours longitudinaux du rectangle, il ne se manifeste aucune clarté sensible.

Cylindre aimanté A (*fig.* 129), *avec deux coupes* B B *annulaires, situés l'une au milieu, l'autre au sommet de ce système.*

On verse du mercure dans ces deux coupes, puis on immerge l'un des fils conjonctifs dans le centre du mercure de la coupe supérieure, et l'autre dans le bord extérieur du mercure contenu dans la coupe inférieure. Le mercure des deux coupes étant ainsi placé dans le circuit voltaïque, on observe que celui de la coupe polaire tourne dans un sens, et que celui de l'autre tourne dans le sens opposé (c'est l'expérience de la partie A de la figure 128 exécutée avec un aimant ordinaire), en abaissant successivement la coupe polaire B, de manière que le mercure qu'elle contient forme un anneau autour du cylindre; on observe, 1° qu'un tel anneau n'a point de mouvement rotatoire quand il répond au pôle de l'aimant; 2° qu'au-dessous de ce pôle il tourne comme il le fait au milieu; 3° qu'au-dessous de ce même pôle, il prend un mouvement de rotation dans le sens contraire.

N. B. Comme le cylindre de cet appareil est massif, il ne se prête pas à l'observation des phénomènes internes de l'aimant; la figure suivante remédie à cet inconvénient.

Petit tube aimanté A (*fig.* 130), *garni de coupes comme le numéro précédent.*

On remplit avec un peu de mercure l'intérieur de la partie du tube B aimanté, ou le mercure prend la forme d'une goutte; on place cette goutte dans le circuit voltaïque, en en faisant tomber le centre par l'un des fils conjonctifs et la circonférence par l'autre. Cette goutte prend alors un mouvement de rotation comme le mercure placé au sommet de l'aimant massif. En enlevant un peu de mercure du trou de l'aimant, il s'abaisse et prend un mouvement de rotation en sens contraire, comme on l'observe autour des parois extérieures du cylindre massif.

Couronne magnétique, composée de petits cylindres aimantés A A A (*fig.* 131), *ayant tous, à la partie supérieure, les pôles de même nom.*

On remplit cette couronne de mercure, et on répète sur elle l'expérience du numéro précédent, pour observer si le mouvement du mercure intérieur se fait dans le même sens que dans le tube aimanté. C'est en effet ce qui arrive. On en tire une conséquence à l'appui de la doctrine de M. Ampère, selon laquelle les courants électriques existeraient autour de chaque particule du métal magnétique, et non pas autour de l'axe des aimants et ne formant qu'une circulation unique.

Spirale cylindrique, avec deux coupes, l'une fixe et l'autre mobile.

La coupe fixe A (fig. 132) fait partie du noyau autour duquel est enroulé le fil de la spirale B, et elle se trouve à la hauteur de la dernière spire. La coupe mobile C est fixée à une tige D qu'on peut élever et abaisser selon qu'on en a besoin. Une vis de pression E, adaptée au bas de cette pièce, arrête la coupe à la hauteur que l'on veut. Les extrémités de la spirale se terminent aux deux coupes comme celles de la partie A (fig. 128).

Le but de cet appareil est de vérifier les mouvements qui ont lieu dans l'intérieur d'un aimant cylindrique.

On ne trouve dans cette comparaison d'autre différence que celle qui résulte de la position des pôles qui, dans l'aimant, ne sont pas tout-à-fait aux deux extrémités, et qui sont précisément dans la spirale cylindrique à la hauteur de la dernière spire. Par conséquent, les mouvements qui dans la figure 129, changent de direction avant d'arriver aux extrémités de l'aimant, n'en changent dans la spirale, qu'un peu au-dessus de ses derniers contours.

N. B. On n'a pas mis à cette spirale de coupes annulaires semblables à celle des figures 129 et 130, pour ne pas avoir à mettre au mouvement des anneaux de mercure d'un diamètre trop considérable.

L'expérience complète exige un courant d'une certaine énergie, et les coupes annulaires en exigeraient un d'une force beaucoup plus grande.

Petit cylindre aimanté A (*fig.* 133), *avec un petit anneau* B *à son sommet et deux coupes* C C.

On suspend le petit cylindre à un support quelconque, après l'avoir attaché à un fil de soie très-fin D. Cela fait, on

verse du mercure dans les deux coupes; puis, prenant dans les mains les deux fils conjonctifs de la pile, on fait plonger l'un au milieu de la coupe supérieure et l'autre sur le bord de la coupe inférieure. Le cylindre se met alors à tourner autour de son axe, autant que le permet la torsion du fil auquel il est suspendu.

Flotteurs magnétiques.

Ils sont au nombre de trois A B C, lestés avec du platine.

Le premier flotteur A (fig. 134) est un petit tube aimanté à l'ouverture duquel est fixé latéralement un petit anneau B; le platine C appliqué à l'autre extrémité est réglé de manière que le tube flotte verticalement sur le mercure, lorsqu'il est lui-même rempli de ce métal. Dans cette situation, le flotteur peut prendre deux mouvements de rotation, soit autour de son propre axe, soit autour d'un axe extérieur; dans le premier cas, l'un des fils conjonctifs doit plonger dans le bain du flotteur, et l'autre descendre au milieu de l'ouverture du tube rempli de mercure pour le recevoir.

(Dans ce cas, le courant électrique passe à travers les parois de l'aimant pour éviter les effets de la capillarité; il faut que le fil qui plonge dans l'ouverture du tube puisse s'amalgamer directement avec le mercure dans lequel il plonge).

Pour obtenir la seconde espèce de rotation, il faut que le fil qui descend dans l'axe du tube s'immerge dans le mercure extérieur après l'avoir fait passer dans l'anneau latéral B.

Cet anneau empêche que le tube aimanté ne se rende contre les bords du vase.

Le second flotteur D D (fig. 135) est composé de deux aiguilles d'acier aimantées dans le même sens; le disque de platine E sur lequel elles sont implantées est combiné de manière à tenir les aiguilles immergées dans le mercure des deux tiers environ de leur longueur. On place ce mercure dans le circuit voltaïque, en opérant de manière que l'un des fils conjonctifs descende verticalement entre les deux aiguilles du flotteur. Elles se mettent immédiatement à tourner autour du fil qui passe entre elles; ainsi, les deux espèces de rotations du flotteur A (fig. 134) se réduisent ici à une seule expérience. En effet, si l'on considère les deux aiguilles comme deux aimants indépendants l'un de l'autre, chacune d'elles exécute le mouvement de rotation découvert par Faraday; tandis que, si on les considère comme éléments d'un même aimant, elles reproduisent le mouvement de rotation observé la première fois par Ampère.

Le troisième flotteur C ne diffère du second B, qu'en ce que ses deux aiguilles sont recouvertes d'un vernis isolant; soumis à l'action du courant électrique, il exécute un mouvement de rotation, précisément le même que celui du flotteur non isolé. Cette expérience comparative prouve que le passage du courant électrique à travers la substance même de l'aimant est une circonstance indifférente à la production d'un mouvement de rotation continu.

Dans le nécessaire, il y a quelques autres flotteurs destinés aux expériences d'Oersted et de Baccelli.

Deux de ces flotteurs sont disposés de manière à flotter verticalement dans l'eau; les autres aiguilles servent pour la position horizontale, soit sur l'eau, soit suspendues à un fil de soie très-delié. Il y en a même une dernière destinée à l'expérience suivante, et qui porte un petit anneau latéral à son extrémité supérieure, comme celui du tube A (fig. 134).

Vase C (*fig.* 136), *dont le fond est traversé par un petit aimant* A B.

On place sur le pôle supérieur B de cet aimant le pôle ami de l'aiguille magnétique indiquée à la fin du numéro précédent, pour qu'elle y adhère avec une certaine force; tant que cette aiguille est abandonnée à elle-même, elle reste penchée sur le bord du vase; mais lorsqu'on verse avec précaution du mercure dans celui-ci, l'aiguille se redresse peu à peu de manière qu'elle prend enfin une position verticale sur son point, autour duquel elle peut tourner avec la plus grande facilité : l'on a ainsi un flotteur magnétique sans lest, sur lequel on peut répéter l'expérience de la rotation du tube A.

N. B. L'auteur a cru devoir ajouter ici cet appareil, puisqu'il offre un moyen de suspension tout-à-fait nouveau, et qu'il donne au flotteur une sensibilité qu'on n'obtiendrait d'aucun autre procédé; car, dans ce cas, la différence de pesanteur spécifique entre le mercure et l'acier tend à soulever celui-ci, et diminue, autant qu'on le veut, le frottement résultant de la pesanteur de l'aiguille et de son attraction avec l'aimant.

Moulinet de M. Barlow.

Cet appareil est composé de deux parties et d'un appendice. Les parties sont : 1° un petit socle quadrangulaire de bois CD (fig. 137), qui a deux coupes, l'une plus grande G que l'autre H; 2° une roulette mobile de laiton au milieu de branches d'une double équerre qui la soutient au-dessus de la grande coupe G. L'appendice consiste en un aimant ayan

la forme ordinaire d'un fer-à-cheval, ou en deux petits barreaux aimantés fixés parallèlement sur un pied avec leurs pôles unis à la même hauteur.

Pour faire tourner la roulette du moulinet on s'y prend de la manière suivante : on remplit de mercure la grande coupe jusqu'à la hauteur de la roulette que le mercure doit à peine toucher; on remplit également de mercure la petite concavité où est fixé le pied de la double équerre, ensuite on présente l'appendice à la roulette, de manière que celle-ci puisse tourner librement contre les deux aimants. L'extrémité des deux aimants doit dépasser un peu le point où la roulette communique avec le mercure, pour que leurs pôles répondent au point le plus bas de la roulette.

L'appareil étant ainsi disposé, il ne reste plus qu'à placer la roulette dans le circuit voltaïque, en faisant plonger l'un des fils conjonctifs de la pile dans la petite coupe, et l'autre dans la grande. Au moment où l'on exécute cette dernière opération, la roulette se met à tourner dans un sens ou dans l'autre, selon la direction du courant.

Equerre de laiton AB (fig. 138), *pour le conducteur mobile x x* (fig. 127).

Quand on veut exécuter l'expérience des attractions et répulsions électro-dynamiques, on met cette équerre AB sur la base qui lui convient dans ce cas; c'est celle du moulinet de Barlow. Cet échange fait, on tourne l'équerre de manière que sa coupe E, dans laquelle se termine sa partie supérieure, corresponde précisément au milieu de la grande coupe du socle G ; on remplit de mercure la coupe de l'équerre E, puis on place dedans la pointe supérieure du conducteur mobile 33. L'autre pointe tombe dans la grande coupe du socle, dans laquelle on verse autant de mercure qu'il est nécessaire pour qu'il s'élève jusqu'à cette pointe. Enfin, on plonge les deux fils conjonctifs, l'un dans le mercure de la coupe d'équerre, l'autre dans le mercure de la grande coupe du socle. On a soin de tenir un de ces fils suffisamment long pour pouvoir le présenter commodément aux côtés verticaux du conducteur mobile, ces côtés s'éloignent du fil, quand, dans les conducteurs en présence, le courant suit des directions contraires. En retournant le fil, la branche qui était repoussée se trouve attirée.

On présente également au conducteur mobile soit un aimant droit, soit un aimant recourbé en forme de fer-à-cheval, pour observer les mouvements qui naissent dans les différents cas.

Soucoupe A (fig. 139), *avec deux fils verticaux* XY *isolés dans toute leur étendue, excepté par leurs pointes.*

On couvre les deux pointes de mercure en en versant la quantité convenable dans la soucoupe; on remplit du même métal les deux petites coupes O, P, dans lesquelles se terminent en dehors les deux fils verticaux B, S; on complète comme à l'ordinaire le circuit voltaïque; on présente le pôle d'un petit aimant au centre de la soucoupe, et le mercure prend un mouvement de rotation dans un sens contraire au-dessus des pointes des deux fils.

Ces mouvements de rotation ont également lieu, mais beaucoup plus faiblement, sans qu'on ait besoin de se servir de l'aimant, toutes les fois que le mercure de la soucoupe est parfaitement pur, et qu'il recouvre à peine les pointes des deux fils; dans cette circonstance, le phénomène est produit par le magnétisme terrestre.

Les courants très-énergiques produisent un autre effet; ils soulèvent le mercure en forme de cône au-dessus des pointes.

On obtient de semblables proéminences bien distinctes avec un seul élément à la Pepys, de 63 décimètres carrés de superficie.

Soucoupe avec deux fils horizontaux découverts seulement à leurs pointes.

On remplit de mercure la coupe H (fig. 140), jusqu'à la hauteur des pointes; on place comme à l'ordinaire le système dans le circuit voltaïque, et l'on voit immédiatement se former sur le mercure deux courants contraires qui partent des pointes en forme de canaux qui déboucheraient de deux extrémités. La direction des courants se conserve bien distincte tant que l'action est purement électrique; mais, si l'on place au-dessus le pôle d'un aimant, cette circonstance fait naître dans le mercure les mouvements ordinaires de rotation électro-magnétique au milieu desquels se confondent entièrement les directions des deux courants opposés.

(Cette expérience, bien qu'elle ne soit en substance qu'une modification de celle qui produit les cônes de Davy, n'a besoin, pour être exécutée, que du courant d'une force très faible. Elle peut même tenir lieu du fait d'où Ampère déduit le principe, que les parties successives d'un même courant se repoussent.)

Tablette qui porte à sa surface huit systèmes différents de spirales électro-magnétiques.

Les extrémités de ces spirales sont en partie cachées dans l'épaisseur du bois, et en partie repliées sons son plan inférieur. Il est inutile d'avertir que, pour mettre ces divers systèmes en expérience, il faut les enlever de dessus la tablette et les placer dans le circuit voltaïque,

A (fig. 141), anneau électro-magnétique de Ampère. (*Voyez*, pour sa construction, le système G G, fig. 128.)

La propriété de cet anneau est de n'avoir aucune action, soit sur les aiguilles magnétiques, soit sur les conducteurs mobiles. B, spirale cylindrique enroulée sur un petit tube de verre, en la présentant horizontalement à une aiguille magnétique flottant verticalement sur l'eau; cette aiguille se rend au pôle ami de la spirale et s'arrête exactement sous sa dernière spire; on s'assure ainsi des points où se trouvent les pôles des spirales cylindriques, points qui correspondent précisément à l'extrémité de l'axe de la spirale.

En présentant, d'une manière convenable, la même spirale à une aiguille magnétique suspendue horizontalement à un fil de soie très-délié, cette aiguille entre tout entière dans le vide de la spirale; si l'on fait la même expérience avec l'aimant creux de la figure 133, on trouve que l'aiguille, au lieu d'entrer dans le vide, est repoussée sur le bord.

C C, spirales fusiformes. Leur propriété est d'avoir leurs pôles placés comme ceux des aimants ordinaires, c'est-à-dire, un peu en dedans de leurs extrémités.

D D, spirale cylindrique divisée en deux troncs; on imite avec cette spirale le phénomène qui se présente dans un aimant rompu en deux ou plusieurs morceaux, les parties des pointes de l'aimant acquièrent deux pôles amis.

C'est également ce qui arrive à la spirale au point où elle est interrompue.

E E, trois troncs de spirale, dans lesquels les spires changent de direction de l'un à l'autre tronc. Les troncs extrêmes dans lesquels les spires ont la même direction, sont polarisés dans le même sens. Le tronc du milieu manifeste le magnétisme inverse en raison de la direction différente de ses contours.

F F, rectangle dont on présente les côtés à la branche supérieure du conducteur mobile $x x$ (fig. 138), pour observer l'action des courants angulaires. Ce rectangle est une espèce de multiplicateur que l'on emploie encore très-avantageusement dans l'expérience des courants parallèles.

GG, deux spirales cylindriques d'un très-petit diamètre dans l'une desquelles le fil retourne en arrière par l'axe de spires, et dans l'autre, non. Si l'on présente cette dernièr aux côtés verticaux du conducteur mobile $x\,x$ (fig. 138), o trouve qu'elle agit comme un courant rectiligne. Si l'on présente la première, on remarque qu'elle n'agit d'aucun manière.

(L'anneau électro-dynamique A n'est pas autre chos qu'une spirale de cette dernière espèce transformée en an neau.) H spirale plate ou réduite, qui doit être représenté comme celle H (fig. 128); on répand dessus de la limaille d fer pour observer la disposition que prend celle-ci, elle s dispose en aigrette sur le centre du disque.

Vase pour les flotteurs magnétiques.

Il contient environ 1 kilogramme de mercure et form le bain nécessaire pour les expériences de la figure 132; u verre à boire ordinaire remplace très-bien cette pièce, dor il est par conséquent inutile de donner la figure,

Modèle pour la doctrine du rayonnement magnétique.

Le corps de cette pièce (fig. 242) offre un cylindre ai manté dont les angles sont émoussés; les flèches qui se trou vent autour indiquent la direction des courants circulaire qu'on suppose exister dans l'aimant, eu égard à l'analogi parfaite qu'on remarque entre l'électro-magnétisme et le ma gnétisme ordinaire; les rayons et les courbes plantés sur l contour du cylindre représentent l'image du *rayonnemen magnétique* (expression abrégée pour désigner la dispositio que prend la limaille de fer autour de l'aimant); tous le rayons, soit droits, soit courbes, acquièrent de la tige prin cipale, le magnétisme qui est indiqué par la direction de flèches dessinées autour de chacun d'eux; c'est une chos très-facile que de prévoir tous les phénomènes magnétique et électro-magnétiques.

Observations générales.

A l'exception des cônes cités à la fin de la figure 139, tou les autres phénomènes s'obtiennent avec un seul élément la Wollaston, de 540 à 650 millimètres de superficie.

Si l'on veut faire successivement plusieurs expérience sans changer l'élément voltaïque, il est bon de commence par celles qui exigent le courant le plus énergique; à cett classe appartiennent tous les mouvements qu'il faut produir par la seule action électrique. Dans les expériences où le

aimants agissent, on peut, avec succès, employer l'élément quand son action est beaucoup affaiblie. Le seul moulinet de Barlow exige le courant des premiers moments.

On doit ne tenir l'élément en action que pendant le temps des expériences. Pendant les préparatifs, on l'enlève de la cuve et on le met rafraîchir dans l'eau pure.

Presque toutes les coupes et soucoupes de communication ont un petit trou latéral; en y introduisant les fils conjonctifs, l'expérimentateur s'évite l'incommodité de les tenir à la main. D'un autre côté, il est nécessaire d'avoir soin d'employer des fils peu élastiques qui restent dans la position où on les place. Des fils de cuivre bien recuits sont très-convenables.

Pour verser le mercure dans les coupes et les soucoupes, il faut se servir d'un entonnoir en verre ou d'un vase dont l'embouchure soit très-petite; il est beaucoup plus net par ce moyen, et l'on règle beaucoup mieux la quantité qu'il convient d'employer dans les différents cas : une petite fiole dont l'ouverture est rétrécie, avec un peu de cire, convient parfaitement à cette opération. Dans tous les cas, il est bon de se garantir du danger de perdre inutilement du mercure, en exécutant les expériences sur un plateau de verre ou de porcelaine; le mercure à employer dans les expériences où il doit prendre des mouvements de rotation, doit avoir une certaine pureté; si son brillant empêchait de distinguer ses mouvements, on pourrait le ternir avec l'haleine ou répandre dessus un peu de poussière bien fine et bien sèche.

Pour rendre plus libres et plus visibles certains mouvements, quelques physiciens conseillent de recouvrir le mercure d'une couche d'acide sulfurique étendu. Nous croyons qu'il ne faut pas employer ce procédé pour éviter le double inconvénient qu'il entraîne avec lui, de salir les pièces et d'en mettre en peu de temps quelques-unes hors de service.

DEUXIÈME PARTIE.

DES CORPS PONDÉRABLES.

SECTION V.

DES GAZ.

On donne le nom de *gaz* à cette classe de corps qui son raréfiés à tel point, par le calorique, qu'ils sont à l'état d fluide aériforme. On appelle *gaz permanents*, ceux auxquel on n'a pu encore, par aucun moyen, faire perdre cett forme. Nous allons examiner les plus curieux.

Gaz azote.

Egalement connu sous le nom de *mofette atmosphérique septon, gaz méphytique, alcaligène, nitrogène*, etc., enfin pa celui d'*azote*, dénomination composée de deux mots grec *a* privatif, *zoos* vie. Ce gaz a été découvert en 1775 pa Lavoisier, comme l'un des constituants de l'air atmosphéri que. Il est incolore et insipide, inodore, impropre à la com bustion et à la respiration; son poids spécifique est de 0,957 il entre dans la composition de l'air pour 0,21 d'après le analyses d'un grand nombre de physiciens et de chimistes

Sources de gaz azote.

Les sources les plus remarquables de ce gaz se trouven au sud-est de la ville d'Hosick; il y en a trois dans un étendue de 4 à 5 acres de terre; le gaz paraît sortir du so de ces sources et s'échapper aussi du sol environnant, c dont on s'aperçoit quand l'eau le recouvre. En pressant un surface de gravier de 36 à 44 centimètres carrés, on peut re cueillir une *quarte* de gaz en dix secondes.

EXPÉRIENCE. — *Pour obtenir le gaz azote.*

On se procure ce gaz toutes les fois qu'on opère la décom position de l'air; mais il est un moyen propre à l'obteni en grand, qui est dû à l'illustre Berthollet. Il consiste prendre de la chair musculaire fraîche et bien lavée, à l couper en petits morceaux et à l'introduire dans une cornu ou une fiole à médecine, à laquelle on adapte un tube re

courbé. On y verse ensuite une suffisante quantité d'acide nitrique étendu d'eau; en favorisant son action par le calorique, on obtient une grande quantité de gaz azote, qu'on recueille sous des cloches.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire mourir subitement un animal.*

Si l'on fait passer un animal sous une cloche remplie de gaz azote, dans quelques moments il tombe mort. C'est de cette funeste propriété qu'il tire son nom, qui signifie *privatif de la vie.*

Si l'on plonge également dans son atmosphère une bougie allumée, elle s'éteint aussitôt; ce qui démontre que ce gaz est également impropre à la combustion.

Gaz acide carbonique.

Ce gaz a été entrevu par Paracelse, Van-Helmont, Boyle, Haller; sa nature acide annoncée par Black est reconnue par Priestley, Keir-Berhmann, etc.

Ce gaz est incolore, d'une saveur acide, odeur piquante, rougit les couleurs bleues végétales, éteint les corps en combustion, asphyxie les animaux, est très-soluble dans l'eau. Ce liquide, à 15°, en dissout son volume; sous une forte pression, il en absorbe six fois plus; son poids spécifique est de 1,5196. Comme il est plus pesant que l'air, on peut le transporter aisément.

EXPÉRIENCE. — *Pour préparer le gaz acide carbonique.*

On introduit dans une cornue du carbonate calcaire ou du marbre en poudre; on le délaie dans l'eau, on y verse peu à peu de l'acide sulfurique qui s'empare de la chaux, et l'acide carbonique va se rendre, par un tube qui se trouve adapté à la cornue, sous une cloche remplie de mercure : on doit rejeter les premières portions; elles sont mêlées avec l'air atmosphérique de l'appareil.

EXPÉRIENCE. — *Faire mourir un animal dans ce gaz.*

Si l'on plonge un animal, ou une bougie allumée, dans une cloche remplie de ce gaz, l'un est asphyxié et l'autre est éteinte. C'est à ce gaz que la grotte du chien de Naples doit ses funestes effets; il cause aussi ceux qui sont produits par la combustion du charbon, la vendange en fermentation, etc. D'après cela, il est aisé de voir qu'il est dangereux quelquefois de pénétrer dans des cavernes profondes où l'air est en stagnation. Dans ce cas, on doit se munir d'un long bâton auquel on adapte une bougie allumée; si elle continue à brû-

ler et que l'air soit inodore, on peut y pénétrer; dans le cas contraire, on ne doit point exposer ainsi sa vie.

EXPÉRIENCE. — *Transvaser le gaz acide carbonique comme un liquide.*

On prend deux éprouvettes égales; on en remplit une d'air et l'autre de gaz acide carbonique; on renverse doucement cette dernière sur l'autre, de manière à ce que leurs ouvertures soient exactement posées l'une sur l'autre; une minute après, l'acide carbonique se trouve dans l'éprouvette inférieure et l'air dans la supérieure : on en acquiert la preuve en plongeant une bougie allumée dans chacune d'elles.

Cet effet est dû à ce que l'acide carbonique est plus pesant que l'air : leur différence de poids spécifique est :: 1,5245 : 1,0000.

EXPÉRIENCE. — *Pour reconnaître le gaz acide carbonique.*

On parvient à reconnaître le gaz acide carbonique en versant dans le gaz qui le contient un peu de teinture de tournesol, ou d'eau de chaux, ou de baryte. Dans le premier cas, la couleur bleue du tournesol passe au rouge; dans le second, l'eau de chaux ou de baryte devient laiteuse.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire mousser l'eau comme le vin de Champagne.*

Si l'on sature l'eau de gaz acide carbonique au moyen d'une forte pression, cette eau devient très-mousseuse et acquiert une saveur *vive*.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire mousser le vin comme celui de Champagne.*

On fait passer du gaz acide carbonique dans un vase à col étroit rempli de vin, et renversé sur une cuvette couverte de ce liquide, jusqu'à ce qu'il en contienne les deux tiers; on le renverse après l'avoir bouché, et on l'agite pendant quelque temps. Quand le vin a dissous le gaz, on le verse dans une bouteille de capacité triple, également remplie de gaz acide carbonique, et on agite de nouveau. En continuant cette opération, le vin se sature de ce gaz acide, devient mousseux, et acquiert le piquant du vin de Champagne.

Il est un procédé plus sûr et plus propre à faire dissoudre au vin ou à l'eau jusqu'à six fois leur volume de gaz acide carbonique.

L'appareil se compose d'un cylindre en laiton A (fig. 64),

de contenance d'environ douze litres, et ayant un rebord *bb* destiné à le fixer au moyen d'une vis sur le plateau en bois BB. Ce cylindre a une ouverture CC fermée par le couvercle D; plus, quatre fortes vis. Ce couvercle porte un robinet *d*, et reçoit un corps de pompe foulante et aspirante EE, qui s'y trouve vissé, et qui communique avec l'intérieur du cylindre A au moyen du robinet *e*.

Ce corps de pompe offre deux soupapes, l'une en *g*, destinée à s'ouvrir quand on pousse le piston, et à se fermer quand on le lève, et l'autre en F, qui agit en même temps et en sens contraire. G indique la partie saillante qui communique au corps de pompe par la soupape F, et qui est armée d'une vis, afin de recevoir le robinet taraudé I qui sert à donner issue au gaz qui doit être introduit dans le corps de pompe, et par suite dans le cylindre A. Le tube en cuivre étamé H est soudé au couvercle D; il se termine au fond du cylindre sous forme du bout d'un arrosoir parsemé de petits trous; le robinet *e* établit une communication avec le dehors; le robinet K est destiné à retirer la liqueur : il est composé d'un point fixe O et d'un tuyau mobile muni d'une soupape *p*.

Lorsqu'on veut faire usage de cet appareil, on dévisse le corps de pompe EE à la partie *h*; on ouvre les robinets *e* et *d*, et l'on remplit d'eau presque en entier le cylindre A par un entonnoir dont la douille communique au tube H. Cela fait, on ferme le robinet *d*, on visse sur le corps de pompe EE le chapeau D, et, à la partie G, le robinet I qui, étant ouvert, communique avec le réservoir du gaz. On fait alors agir la pompe; à chaque coup de piston, le gaz comprimé ouvre la soupape *g*, traverse le robinet *e* et le tube H, et s'en échappe en petites bulles que l'eau dissout.

On parvient, par ce moyen, à saturer le vin et l'eau de gaz acide carbonique, et à les rendre mousseux comme le vin de Champagne.

Chlore.

Gaz découvert en 1774 par Schéèle, qui lui donna le nom d'*acide marin déphlogistiqué*. Ce gaz est d'une couleur jaune verdâtre, d'une odeur et d'une saveur désagréables, très-fortes et *sui generis*; il éteint les corps en ignition; quand il est bien sec, son poids spécifique est de 2,4216; il fait passer les couleurs végétales au fauve et finit par les détruire sans retour; il décolore l'indigo; quand il est sec, il ne se liquéfie point, même à 50—0; s'il contient de l'eau, il cristallise à quelques degrés—0; à la température ordinaire, l'eau en dissout 1 fois 1/2 son volume; à 2 ou 3 degrés—0,

ce liquide cristallise en lames d'un jaune doré ; avec l'hydrogène, il constitue l'acide hydrochlorique, etc.

EXPÉRIENCE. — *Pour obtenir le chlore.*

Pour obtenir le chlore, on prend quatre parties de chlorure de sodium (sel marin), une de peroxyde de manganèse, l'un et l'autre en poudre, deux d'acide sulfurique étendu de son poids d'eau. On introduit le sel et l'oxyde dans un matras; on y verse par-dessus l'acide ; on adapte un tube recourbé qui va y plonger, ou sous la cloche pleine d'eau placée sur la cuve pneumatique, ou dans un flacon rempli de ce liquide. A l'aide d'une douce chaleur, le chlore se dégage et passe sous la cloche, ou se dissout dans l'eau du flacon. Dans cette opération, l'acide sulfurique se porte sur la soude du sel et l'oxyde du manganèse; l'oxygène de cet oxyde s'unit à l'hydrogène de l'acide hydrochlorique pour former de l'eau ; et le chlore, étant mis à nu, se dégage.

EXPÉRIENCE. — *Faire brûler quelques métaux sans le secours du feu.*

Si l'on projette dans le chlore des lames très-minces ou de la poudre ou limaille d'antimoine, d'arsenic, de cuivre, d'étain et zinc, ainsi que le potassium et le sodium, ils brûlent aussitôt, et donnent lieu à des chlorures : il en est de même du phosphore.

EXPÉRIENCE. — *Faire détonner un mélange de deux gaz en les exposant aux rayons solaires.*

Faites passer dans un ballon un mélange de chlore et de gaz hydrogène ; bouchez et exposez-le à l'action des rayons solaires, il se produira aussitôt une forte détonnation qui sera suivie de l'union de ces deux gaz pour former le gaz acide hydrochlorique.

EXPÉRIENCE. — *Produire la même détonnation au moyen du feu.*

Remplissez une éprouvette d'un mélange de parties égales de ces deux gaz ; plongez-y une bougie allumée, il y aura aussitôt inflammation, détonnation et production de ce gaz acide.

EXPÉRIENCE. — *Pour graver sur l'acier avec une plume.*

On fait chauffer une lame de couteau, de sabre, etc., on la frotte avec de la cire blanche, de manière à ce qu'il en

Digitized by Google

reste une couche bien unie d'environ 1 millimètre. On écrit alors avec une plume sur la cire, de manière à pénétrer jusqu'à l'acier. On verse sur la gravure un peu de vinaigre, qu'on saupoudre avec du *deutochlorure de mercure* (sublimé corrosif). Deux minutes après, on expose la lame à une douce chaleur pour enlever la cire, et l'on aperçoit bien distinctement la gravure sur la lame.

Gaz hydrogène.

Connu depuis très-longtemps sous le nom d'*air inflammable, feu grisou*, ce gaz pur est incolore, inodore et insipide; son poids spécifique est de 0,0688, c'est-à-dire qu'il est quinze fois plus léger que l'air; c'est à cause de cette propriété qu'on l'emploie à la confection des aérostats; il est très-inflammable et brûle avec une flamme bleue peu lumineuse; il éteint les corps enflammés qu'on plonge dedans; il entre, pour 11,10 dans la composition de l'eau; par ses combinaisons il forme avec l'*azote*, l'ammoniaque;
— le *chlore*, l'acide hydrochlorique;
— le *carbone*, l'hydrogène carboné;
— le *phosphore*, l'hydrogène phosphoré;
— le *soufre*, l'acide hydro-sulfurique;
— l'*iode*, l'acide hydriodique;
— le *cyanogène*, l'acide prussique.

EXPÉRIENCE. — *Pour obtenir l'air inflammable ou gaz hydrogène.*

On introduit dans un matras à deux tubulures de la limaille de zinc ou de fer qu'on délaie dans une suffisante quantité d'eau. On y verse peu à peu, au moyen d'un tube recourbé à entonnoir, de l'acide sulfurique; il se produit aussitôt une vive effervescence, et il passe, par le tube adapté à l'autre tubulure, du gaz hydrogène qui se rend sous la cloche de la cuve pneumatique. On rejette les premières portions, parce qu'elles sont mêlées avec l'air atmosphérique des appareils. Dans cette opération, l'eau est décomposée, son oxygène s'unit au fer ou au zinc, et les convertit en oxydes qui, dans cet état, s'unissent avec l'acide sulfurique; l'hydrogène, autre principe constituant de l'eau, devenu libre, se dégage, tenant en dissolution une substance huileuse qui lui communique une légère odeur, et dont on le débarrasse en le mettant en contact avec la potasse caustique.

EXPÉRIENCE. — *Transvaser le gaz hydrogène.*

On place deux éprouvettes l'une sur l'autre : l'une plus

petite, pleine de gaz hydrogène, et l'autre remplie d'air. I gaz hydrogène s'élève constamment dans l'éprouvette supé rieure, ainsi qu'on peut s'en convaincre au moyen d'ur bougie allumée qui l'enflamme.

Cet effet est dû à sa légèreté, qui est quinze fois plu grande que celle de l'air atmosphérique.

EXPÉRIENCE. — *Lampe philosophique.*

On introduit dans une fiole à médecine de la limaille d fer étendue d'eau, sur laquelle on verse de l'acide sulfuriqu On la bouche soigneusement avec un bouchon de liège tra versé par un tube de verre effilé; il y a aussitôt productio de gaz hydrogène. En approchant une bougie allumée d l'extrémité de ce tube, ce gaz s'enflamme et brûle plus o moins de temps avec une flamme bleue.

EXPÉRIENCE. — *Inflammation d'un mélange d'hydrogène d'oxygène et d'air, à la température ordinaire, au moye du platine.*

Dobereiner a fait connaître que le platine en éponge (1 détermine, à la température ordinaire, la combustion du ga hydrogène. Depuis, Dulong et Thénard ont reconnu que si l'on mettait en contact dans un ballon deux parties d'hydro gène et une d'oxygène avec de l'éponge de platine, il y ava détonnation et formation d'eau. Si, au lieu d'oxygène, on mêle de l'air, cette combinaison est plus lente.

EXPÉRIENCE. — *Lampe à gaz hydrogène.*

Cette lampe (fig. 65, pl. II) est composée de deux flacon

(1) La limaille de platine récemment faite et les feuilles de ce métal qui viennent d'être battues opèrent aussi cette inflammation, mais elles perdent cette propriété si on les laisse quelques minutes exposées à l'air. On la leur rend en les chauffant dans un creuset de platine jusqu'au rouge. Si on les tient alors enfermées dans un flacon bien fermé, elles la conservent pendant un jour. Cette action est d'autant plus vive que le platine est réduit en feuilles plus minces. Roulées sur un cylindre de verre, ou suspendues dans un mélange de gaz oxygène et hydrogène, elles sont sans effet; chiffonnées entre les mains et réduites en une seule espèce de boule, elles agissent de suite.

L'éponge de platine, par son exposition à l'air, ne perd pas aussi vite sa propriété d'enflammer le gaz; lorsqu'elle l'a perdue, on la lui restitue en la chauffant au rouge ou en l'immergeant dans l'acide nitrique. Dans l'un ou l'autre de ces deux cas, elle n'éprouve plus les influences de l'air humide ou sec, et conserve toute action.

Dulong et Thénard ont reconnu que l'iridium, le palladium et le rhodium agissaient de la même manière.

Une des éponges de platine, qui peut être employée avec succès, c'est celle qu'on obtient en précipitant des dissolutions de ce métal au moyen du zinc.

de cristal A et B, ayant chacun deux ouvertures et superposés l'un à l'autre.

Le flacon supérieur A a un orifice en D fermé par un bouchon de cristal, sur la surface duquel on a pratiqué quelques sillons, afin que l'air extérieur puisse être en communication avec l'intérieur du vase. Il s'ajuste en E avec l'orifice supérieur du flacon inférieur B, qu'il ferme hermétiquement comme un bouchon à l'émeri. Au-dessous de E, le flacon A est muni d'un long tube C qui descend presque jusqu'au fond inférieur B.

Outre l'ouverture en E qu'a le flacon inférieur B, il a en G une tubulure en cristal sur laquelle est cimenté avec soin l'appareil G A I K, et qui est construit en cuivre. La branche J I L est creuse; et, par le moyen du robinet K, elle peut communiquer avec l'intérieur du vase B. La branche J H est pleine, une vis M H est engagée au bout de cette branche, de manière qu'on peut faire avancer ou reculer à volonté le cylindre H fixé au bout de cette vis, et, par ce moyen, approcher ou éloigner du point L, d'où part le gaz hydrogène, la mousse de platine qui est enfermée dans ce cylindre, et retenue par un réseau en fil métallique; de cette manière, on peut enflammer le gaz plus ou moins vite.

Une bougie N, portée par un petit chandelier O, est élevée à une hauteur convenable pour que sa mèche se trouve devant le jet et s'enflamme. On peut fixer tout cet appareil sur une jolie boîte en acajou P, cette boîte est munie d'un tiroir Q, dans lequel on enferme la provision de bougies, etc, Le chandelier à coulisse est placé sur le devant et fixé solidement. Les flacons sont assujettis sur le derrière par trois griffes R, R, R, dont une a une vis à tête qu'on peut mouvoir avec la main sans aucun tourne-vis.

Le tube C du flacon supérieur traverse un morceau de liège percé S, de 21 millimètres d'épaisseur, qui tient solidement avec lui, et qui sert à supporter un tube de zinc T.

Tout étant ainsi disposé, on verse dans le vase inférieur une quantité d'eau dans laquelle on mêle 46 grammes d'acide sulfurique, de manière que la surface du liquide soit distante de la tubulure G d'environ 27 millimètres; on bouche de suite le flacon inférieur B avec le flacon supérieur A. Aussitôt que le zinc touche le mélange, l'eau se décompose; son oxygène se combine avec le zinc et l'oxyde, et son hydrogène occupe la partie supérieure du flacon B et s'y accumule; il presse sur la surface du liquide qui monte par le tube C dans le vase supérieur; l'ascension continue jus-

qu'à ce que le zinc se trouve entièrement au-dessous du quide; le reste du flacon B est plein de gaz hydrogène.

Si alors on ouvre le robinet K, le liquide se précipite d le vase inferieur B, et fait sortir avec force le gaz hydrog par le petit tube L; ce gaz se dirige sur le platine en mous le porte à la couleur rouge; le gaz s'enflamme et il allu la bougie. On ferme le robinet; le liquide qui s'est él dans le vase baigne le tube de zinc; l'eau se décomp comme la première fois; le liquide monte dans le vase et le vase B se trouve presque plein de gaz hydrogène.

La figure 63 représente l'instrument prêt à donner du f

EXPÉRIENCE. — *Eclairage en petit par le gaz hydrogèn bi-carboné.*

Tout le monde connaît la belle découverte que fit Leb de l'application du gaz hydrogène bi-carboné à l'éclirag et la belle lumière que ce gaz produit; la nature de cet o vrage ne nous permet pas d'entrer dans les détails de fabrication : nous nous bornerons à dire qu'on le prépare grand par la combustion du charbon de terre ou de l'hui dans de vastes cornues en fer, et, qu'après avoir été épur on le conserve dans de grands réservoirs connus sous le no de *gazomètres*, d'où, par la pression qu'on lui fait subir, le fait circuler par divers conduits, jusqu'aux lieux où il d servir à l'éclairage.

On peut se procurer ce gaz en société, en ayant une pi à fumer en fer munie d'un couvercle qui ferme à vis. Apr avoir introduit du charbon en poudre grossière dans cet pipe, l'avoir fermée solidement avec le couvercle et avo luté les jointures, si vous l'exposez à l'action du feu, il dégage, par le tube, un gaz qui brûle avec une belle flamm blanche, opaque, surmontée d'un cercle de flamme bleu transparente.

Eclairage par le gaz hydrogène non carboné.

Drummond avait déjà démontré que, si l'on projette u courant d'hydrogène contre un morceau de chaux, de m gnésie, etc., caustique, la lumière est beaucoup plus intens M. le professeur Roura a repris ces expériences en substituai le sulfate de chaux à la chaux caustique.

Au milieu de la tige verticale qui conduit le gaz au foye il adapte une pince qu'on peut monter et descendre à v lonté, au moyen d'une vis. Cette pince reçoit, à son extrémit supérieure, une mèche sulfatée placée horizontalement, q y est fixée au moyen d'une vis de pression.

On prépare cette mèche en réduisant du sulfate de chaux en poudre pour en faire une pâte avec l'eau gommée, dont on forme une couche mince sur une plaque de verre. Quand elle est sèche, on la coupe en mèches ayant la forme d'une lame de couteau.

L'appareil Roura se compose de deux becs. Dès que le gaz hydrogène est allumé, on baisse, au moyen de la vis inférieure, la pince jusqu'à ce que la mèche soit en contact avec la flamme; dès-lors le sulfate de chaux dont elle est formée commence à se décomposer; la lumière, de faible qu'elle était, devient éclatante; il se forme de l'acide sulfureux et de l'eau qui se dégagent, et le sulfate calcaire est converti en chaux.

RÉCRÉATION 85. — *Feux d'artifice par le gaz hydrogène carboné.*

Cet amusement est plus curieux avec ce gaz qu'avec le gaz hydrogène, en ce que la flamme est plus belle et qu'elle éclaire mieux. Lorsqu'on veut faire quelques essais, on en emplit plusieurs vessies munies de robinets auxquels on adapte des tubes percés de petits trous en divers sens, ayant différentes formes, pour imiter, en tournant, des soleils, des jets d'eau, des étoiles, des roues, etc. Quand on veut opérer, on ouvre le robinet, on comprime la vessie, et on allume le gaz qui sort par les petites ouvertures. Cette récréation est très-agréable.

RÉCRÉATION 86. — *Autre procédé.*

Si l'on prend de l'éther, tenant en dissolution une huile très-volatile, et qu'on en sature de l'air atmosphérique, en le comprimant dans une vessie, on peut également allumer le jet qui s'en dégage.

Flammes terrestres.

M. Geoffroy Saint-Hilaire a communiqué à l'Académie royale des Sciences, le 22 août 1831, une lettre de M. Lamart, dans laquelle il annonce qu'à plusieurs reprises il est sorti de terre, à côté d'un vieux et gros poirier, près de Coulommiers, des flammes sans aucune apparence de fumée. Il est probable que cet effet est dû à un dégagement de gaz hydrogène phosphoré, qui, comme on sait, s'enflamme par le contact de l'air. C'est ce que l'on observe également dans les cimetières, dans certaines mares, etc.; ces flammes sont connues du vulgaire sous le nom de *feux follets*. Il y a toute apparence qu'auprès de ce poirier il existe quelque substance animale en putréfaction.

Feu des terrains et des fontaines ardentes, par Volta.

Ce physicien avait déjà constaté le dégagement du ga hydrogène des eaux stagnantes, et il attribuait à ce mên gaz l'inflammation de quelques terrains et sources. L'auteu a consulté un grand nombre d'ouvrages, et particulièreme le tome VI du *Journal de Physique* de l'abbé Rozier, sur *fontaine ardente du Dauphiné,* qui n'est pas une fontain mais un terrain ardent. J'y trouvai une parfaite conformi en tout, hormis deux circonstances : l'une que ce terrai n'a pas été récemment couvert d'eau, et qu'il n'est pas n cessaire de le bouleverser ni de faire des trous avec u bâton pour désemprisonner l'air qui sert spontanément d quelque réceptacle souterrain. Pour tout le reste, les phén mènes sont les mêmes, et les circonstances sont telles qu est impossible d'y supposer la présence du pétrole ou d naphte auxquels on a attribué généralement les flammes d sols et des fontaines ardentes; on peut encore moins attr buer ces phénomènes aux bitumes; il n'y a donc que l'a inflammable qui puisse produire ces effets. L'abbé Rozier, qui probablement le gaz était inconnu, regardait la cau productrice comme un pyrophore, et Fontenelle regarda ce terrain comme un petit volcan. Au milieu de ces opinion un ancien auteur paraît s'être approché de la vérité; c'e Dieulament qui écrivait, il y a environ 150 ans, et qui attr buait cet effet à un gaz inflammable qui filtre à travers terre. De Montigny, dans un mémoire manuscrit, dont u extrait a été publié par Guettard, va plus loin : il dit que c air inflammable est semblable à celui qui se dégage quan on traite le fer par l'acide sulfurique, ce qui lui a fait co jecturer qu'il se passait quelque chose de semblable au sel de la terre.

J'ai déjà dit que la fontaine ardente du Dauphiné n'éta point une fontaine, mais un terrain inflammable qui, proba blement, fut couvert d'eau; on peut en dire autant des au tres dont parlent les auteurs anciens et surtout saint Au gustin. Ces probabilités sont appuyées par l'existence d'u ruisseau qui coule près du lieu où paraissent les flammes. O trouve, en Italie, beaucoup de sols ardents : ceux de *Pietra Mala,* lieu situé sur la hauteur des Apennins, entre Bologn et Florence, sont les plus célèbres et les plus connu Dietrich a examiné la terre brune qui est répandue sur tou la surface de ce sol : il paraissait qu'elle contenait quelqu substance bitumineuse; car, si on la remue doucement av le bout d'un bâton, il s'en dégage une flamme qui couvre

terrain à 325 millimètres à l'entour. 25 décagrammes de cette terre ont été mis dans une cornue exposée à un feu violent; cette terre est devenue grise, a perdu de son volume et s'est durcie. Dans le col du récipient se trouvaient des traces cuites, et au fond un flegme qui avait l'odeur de l'acide hydrochlorique. En résultat, cette terre n'est point bitumineuse, et ses effets sont dus à des vapeurs souterraines. A cette époque, Dietrich engagea Volta à constater la nature de ces vapeurs, ce qu'il entreprit vers le milieu de septembre 1780.

Pietra-Mala est un petit village situé à la plus grande hauteur du chemin de Bologne à Florence, à une distance d'un peu plus d'un demi-mille; sur le penchant de la montagne est un terrain, comme un petit champ, qui, vu de loin, est couvert de flammes onduleuses à une hauteur de quelques décimètres, qui sont de couleur azurée la nuit; dans les temps clairs elles sont moins fortes et rougeâtres; elles sont enfin très-semblables à la flamme produite par l'air inflammable des marais. La sortie de ces flammes ne se montre point sur tous les points; elles sont disséminées sur un sol découvert, plutôt léger, aride et un peu caillouteux. Quelquefois elles sont plus volumineuses et plus hautes, par la réunion de plusieurs en une seule; ainsi, les unes augmentent le volume, les autres disparaissent, etc., et la pluie et la neige n'empêchent pas ces flammes; les grands coups de vent sont seuls capables de les faire disparaître un moment. Si l'on choisit ce moment pour en approcher un corps inflammable, la flamme reparaît avec une espèce d'explosion et se communique à toute la circonférence comme quand la poudre s'enflamme. Dans ce lieu était jadis un grand marais qui a été ensuite enseveli par un de ces accidents qui arrivent à la surface du globe. Volta recueillit de cet air, et en présence de plusieurs personnes, il l'alluma, aussitôt une flamme blanche lui annonça le gaz hydrogène des marais.

Phares à gaz hydrogène comprimé, par M. Dœbereiner.

La combustion du gaz hydrogène, sous la pression atmosphérique ordinaire, ne produit qu'une très-faible lumière, ce que l'auteur attribue, avec raison, à la grande et subite dilatation que ce gaz éprouve au moment de sa combustion. Cette dilatation est accompagnée de deux effets : l'un agrandit le foyer lumineux, et l'autre absorbe ensuite une grande quantité de calorique pour l'expansion de ce même gaz. Il

n'en est pas ainsi quand la pression augmente. Drummond a démontré que, si l'on projette un courant d'hydrogène contre un morceau de chaux, de magnésie, etc., caustiques, la lumière produite est beaucoup plus intense. C'est sur ces principes que Dœbereiner a construit ses nouveaux phares qui portent la lumière à de très-grandes distances, comme d'Irlande en Ecosse. Davy avait déjà annoncé que la flamme due à un corps gazeux ne jette une vive lumière que lorsqu'il se forme en même temps une substance solide. Ainsi le gaz hydrogène percarboné qui à l'éclairage ne produit une vive lumière que par un dépôt de carbone disséminé dans la flamme, dont une partie est brûlée ensuite, et l'autre vaporisée.

Si l'on allume, dit l'auteur, un mélange de :

Hydrogène.	2 volumes.
Oxygène.	1 —

dans une boule de verre à parois épaisses de 27 à 54 millimètres de capacité, très-sèche et hermétiquement fermée, cette combustion produit une lumière aussi vive que celle de la combustion du phosphore dans le gaz oxygène. Ce même mélange, renfermé sous une pression de deux atmosphères, jette, au moment de sa combustion, la lueur éblouissante d'un éclair qui brille même au milieu du jour et qui, de nuit, est semblable à un coup de soleil; un pyrophore, composé d'écailles d'huitres brûlées avec du soufre, acquiert, sous cette lumière, de la phosphorescence. Cette belle et curieuse expérience se fait, au moyen de l'étincelle électrique, dans un eudiomètre de Volta. On doit seulement observer de rendre le fil conducteur mobile, afin de pouvoir diminuer le trajet de l'étincelle électrique, d'autant plus que le mélange détonnant a été plus condensé.

RÉCRÉATION 87. — *Bouteille détonnante.*

Remplissez un vase de gaz hydrogène, soufflez fortement dessus, et approchez-en une bougie allumée, il se produira aussitôt une vive détonnation. Cet effet sera dû à l'air que vous aurez mêlé au gaz en soufflant dessus.

RÉCRÉATION 88. — *Faire détonner des bulles de savon.*

Remplissez une vessie, armée d'un robinet à long tube, d'un mélange d'air et de gaz hydrogène; ouvrez le robinet, et, en pressant légèrement la vessie, faites passer peu à peu de ce mélange gazeux dans une solution de savon. Vous produirez de grosses bulles qui s'élèveront dans l'air, et que

vous ferez détonner en en approchant une bougie allumée placée au bout d'un roseau.

RÉCRÉATION 89. — *Lampe de papier à gaz hydrogène carboné.*

On roule une demi-feuille de papier en cylindre, de telle sorte qu'elle présente un petit canal au centre. On ferme une de ses extrémités en la tordant, et, à 27 millimètres plus bas, on pratique une petite ouverture qu'on mouille, et dans laquelle on introduit un tuyau de plume de 27 millimètres de longueur. On allume le papier par l'autre bout; et, en aspirant par le tuyau de plume, on soutire l'air de ce canal qui devient alors un conduit pour la fumée. Quand celle-ci passe jaunâtre; on en approche un papier allumé qui y produit une flamme bleuâtre, qui voltige à l'extrémité du jet de fumée, et dure assez longtemps. Il se produit ici le même effet que lorsqu'on brûle du bois un peu vert. Le jet de flamme bleuâtre qui se dégage aux extrémités des bûches, avec une sorte de bruit, est également dû au gaz hydrogène carboné.

Gaz oxygène.

Il fut entrevu en 1774 par Bayen, et découvert, la même année, par Priestley. Ce gaz a été connu sous les noms *d'air éminemment respirable, air pur, air vital, air du feu, air empiréal, principe sorbile, etc.* Ce gaz est incolore, inodore et insipide; son poids spécifique est de 1,1025; par une forte pression il dégage de la lumière; il est seul propre à la respiration et à la combustion; l'eau à 4 + 0 en dissout 0,04; il entre dans la composition de l'air pour 0,21, et dans celle de l'eau pour 89,90; les corps y brûlent avec une lumière éclatatante, même ils s'y rallument quand ils sont près de s'éteindre, etc.

EXPÉRIENCE. — *Pour obtenir le gaz oxygène.*

On obtient ce gaz en chauffant dans une cornue de grès, jusqu'au rouge, du peroxyde de manganèse en poudre, l'oxygène passe par un tube qui est adapté au col de cette cornue, et se rend sous une cloche pleine d'eau placée sur la cuve pneumatique. On doit rejeter les premiers produits, parce qu'ils contiennent toujours de l'air atmosphérique, et quelquefois même de l'acide carbonique.

Autre.

On retire l'oxygène à l'état de pureté en chauffant du chlo-

rate de potasse dans une cornue de verre, etc. On reconnaît que ce gaz est très-pur lorsqu'il se combine avec deux fois son volume d'hydrogène.

RÉCRÉATION 90. — *Pour rendre l'oxygène lumineux.*

Si l'on comprime fortement le gaz oxygène dans un corps de pompe en verre, il s'échauffe aussitôt et dégage de la lumière. D'après M. Saissy, il partage cette propriété avec le chlore et l'air; mais il la possède à un plus haut degré.

RÉCRÉATION 91. — *Combustion et fusion de l'acier au moyen d'un morceau d'amadou.*

On prend un fil d'acier ou un ressort de montre qu'on expose à une chaleur rouge, afin d'en détruire l'élasticité; on le tourne en spirale ; on fixe une des extrémités dans un bon bouchon de liège, et l'on adapte à l'autre, après l'avoir effilée, un morceau d'amadou allumé. On plonge le tout dans un flacon plein de gaz oxygène, qu'on ferme au moyen d'un bouchon auquel est adapté le fil ou le ressort d'acier. A peine l'amadou est-il en contact avec le gaz oxygène, qu'il brûle, le fer s'oxyde et s'enflamme avec tant de force qu'on est ébloui de la vive lumière qui se dégage de cette rapide combustion. Le fer oxydé et fondu tombe en globules dont la chaleur est telle qu'ils se combinent avec le verre du flacon et qu'ils en opèrent souvent la fracture ; on évite ces deux inconvénients en laissant deux doigts d'eau au fond du flacon. Il est bon de faire observer qu'on doit pratiquer, sur l'un des côtés du bouchon, une petite rigole, afin de favoriser la sortie d'une partie du gaz qui, pendant la combustion, se dilate à tel point que, sans cette précaution, le bouchon serait projeté dans l'air.

La théorie de cette combustion est très-simple. L'on sait que tous les gaz doivent cet état au calorique auquel ils sont unis ; or, l'oxygène, qu'on regarde comme le principe de la combustion, en contient une si grande quantité qu'en s'unissant au fer et en se solidifiant, la chaleur est telle que le fer est fondu. Cette grande chaleur provient donc de la fixation de l'oxygène, et cette vive lumière est due à ce qu'une grande quantité de ce gaz ayant été solidifiée en un instant, il s'en est suivi cette élévation de température qui produit la lumière, laquelle, suivant plusieurs physiciens, n'est de 550 à 600° qu'une modification du calorique.

EXPÉRIENCE. — *Chalumeau à gaz oxygène comprimé.*

Cet appareil se compose d'une caisse en cuivre très-épais

aaaa (fig. 66); d'une vessie à robinet *b* contenant le gaz oxygène; d'une pompe C C servant à comprimer le gaz oxygène dans la caisse *aaaa;* d'un robinet *d* destiné à donner passage au gaz, et qu'on ferme dès qu'il est suffisamment comprimé dans la caisse; d'un tuyau étroit en laiton *e* fixé à un autre plus gros *e'*. On fait passer le gaz comprimé de la caisse *aaaa* à travers le petit tube *e* en ouvrant le robinet *g*. Lorsqu'on veut faire usage de cet instrument, on ferme ce dernier robinet et l'on ouvre les deux autres, en faisant agir la pompe CC, on comprime le gaz oxygène de la vessie dans la caisse; lorsqu'il est suffisamment condensé, l'on ferme le robinet *d*, l'on ouvre celui en *g* et l'on dirige le jet de gaz oxygène sur la concavité d'un charbon allumé, où l'on a placé le corps que l'on veut exposer à une température égale et même supérieure à celle de nos meilleurs fourneaux.

L'explication de la grande quantité de chaleur qui est produite se rattache à la précédente.

EXPÉRIENCE. — *Chalumeau à gaz hydrogène et oxygène comprimé, propre à produire les plus grands degrés de chaleur possible.*

Cet instrument diffère peu du précédent; il a, dans la caisse *aaaa* (fig. 66), une couche d'huile en *hh*. Il offre un cylindre creux *ii* qui plonge dans l'huile et est muni à sa partie inférieure d'un pas de vis qui reçoit une virole à écrou, garni d'une toile métallique, et au-dessus un autre écrou sur lequel se visse la pièce *l*. La toile métallique *m* est percée d'environ huit cents ouvertures par 7 centimètres carrés; *l* est une pièce creuse qui doit visser d'un côté sur la partie supérieure du cylindre *ii*, et recevoir de l'autre, au moyen d'une vis, le robinet *g* qui doit être capillaire : deux parties, ainsi qu'on peut le voir, composent cette pièce.

Il y a une autre toile métallique *oo*, qui traverse l'intérieur de la pièce *l*; la figure 66 nous la représente en plan et en coupe. Entre le robinet *g* et le tuyau en laiton *e'*, on place environ cent cinquante de ces toiles qu'on soude en étain avec la virole de cuivre qui les entoure; elles forment, par leur réunion, un obstacle à l'introduction de la flamme.

L'emploi de ce chalumeau est le même que le précédent : le gaz contenu dans la vessie doit être un mélange d'un volume d'oxygène et deux d'hydrogène. Lorsqu'on a fermé le robinet *d* et ouvert celui *g*, on allume le gaz et on le porte sur le corps qu'on veut soumettre à son action. La chaleur produite est telle qu'on est parvenu à fondre, par ce moyen, les corps que l'on avait jusqu'à présent regardés comme infusibles.

Quoique les toiles métalliques nous mettent à l'abri du danger d'une détonnation, il est cependant plus prudent de placer l'appareil derrière une porte et de la faire traverser par les tuyaux *e* et *e'*.

La cause de cette grande chaleur est facile à donner : l'on sait que le gaz hydrogène est le combustible qui produit, par la combustion, le plus de calorique et de lumière. Or, dans cette circonstance, l'hydrogène absorbe plus de sept fois son poids d'oxygène, et se convertit avec ce dernier en eau ; il doit se dégager une quantité considérable de calorique et, par suite, de lumière.

RÉCRÉATION 92. — *Rappeler à la vie un animal asphyxié.*

Si l'on place un oiseau sous une cloche pleine de gaz azote, ou de gaz acide carbonique, ou bien d'air atmosphérique vicié par la combustion ou la respiration, il tombe en asphyxie et meurt; si vous le retirez promptement et que vous l'introduisiez sous une autre cloche remplie de gaz oxygène, il revient peu à peu à la vie.

RÉCRÉATION 93. — *Rallumer une bougie ou enflammer un charbon presqu'éteint.*

Plongez dans une éprouvette remplie de gaz oxygène une bougie que vous venez d'éteindre, elle se rallume aussitôt; si vous y plongez un charbon presqu'éteint, il brûle aussitôt en répandant beaucoup de chaleur et une vive lumière.

EXPÉRIENCE. — *Combustion du bore, du phosphore ou du soufre dans le gaz oxygène*

Chauffez le bore dans une cuillère de platine à 560°, ou bien prenez du soufre ou du phosphore allumés, et plongez-les dans le gaz oxygène, ils brûleront avec une vive lumière et se convertiront en acides borique, phosphorique ou sulfurique.

EXPÉRIENCE. — *Effets du pyrophore de Homberg dans le gaz oxygène.*

Placez environ un gramme et demi de pyrophore de Homberg sous une cloche remplie de gaz oxygène ; dès qu'ils seront en contact, le phosphore s'enflammera avec une légère explosion.

EXPÉRIENCE. — *Belle combustion de ce pyrophore dans le gaz oxyde nitreux ou deutoxyde d'azote.*

Projetez une pincée de pyrophore de Homberg dans un vase

rempli de gaz oxyde nitreux, soudain il s'enflammera en produisant une traînée de lumière.

EXPÉRIENCE. — *Détonnation produite par un mélange de deutoxyde d'azote et d'hydrogène.*

Introduisez ces deux gaz, à parties égales, dans un flacon que vous aurez soin d'entourer d'un linge en cas d'une explosion; allumez le goulot par l'approche d'un corps enflammé, ce mélange brûlera aussitôt et détonnera.

RÉCRÉATION 94. — *Eteindre une baguette de bois enflammée en la plongeant dans un gaz, et la rallumer en l'introduisant une seconde fois dans le même fluide élastique.*

Faites fondre du soufre et plongez-y une baguette en tous sens, de manière à ce qu'elle soit couverte aux trois quarts de ce combustible ; allumez-la,et, pendant qu'il ne se produira encore qu'une faible flamme bleuâtre, plongez-la dans une cloche remplie de deutoxyde d'azote, aussitôt elle s'éteindra; si vous la rallumez, et qu'après l'avoir laissée brûler une minute vous la replongiez dans la cloche, elle brûlera avec une vive lumière colorée en rouge.

Il est bien démontré que le gaz oxygène est l'agent de la combustion; cependant, le chlore la produit aussi, comme nous le verrons dans les expériences suivantes; il en est de même du protoxyde d'azote, qui est plus actif que l'air, sans doute à cause de la plus grande quantité du gaz oxygène qu'il contient.

EXPÉRIENCE. — *Combustion par le protoxyde d'azote.*

Si vous plongez dans une cloche remplie de gaz deutoxyde d'azote une bougie ou bien du soufre, du phosphore, du charbon allumé, la combustion deviendra beaucoup plus vive, avec dégagement de lumière et d'azote mis à nu.

RÉCRÉATION 95. — *Former une gerbe de feu dans ce gaz.*

Faites tomber une bonne pincée de pyrophore de Homberg dans un vase rempli de protoxyde d'azote, et vous apercevrez soudain une belle gerbe de feu se précipiter au fond du vase.

RÉCRÉATION 96. — *Combustion spontanée par le mélange de deux gaz sans le secours du feu.*

Remplissez aux trois quarts une cloche d'air atmosphérique, et faites-y passer du gaz hydrogène phosphoré : dès

que chaque bulle de ce dernier sera en contact avec le pre mier, elle s'enflammera. Si, au lieu d'air atmosphérique, o remplit la cloche de gaz oxygène ou de protoxyde d'azot cette même inflammation a lieu; et il y a production d'ea et d'acide phosphorique avec l'un, et de phosphate d'amm niaque avec l'autre.

EXPÉRIENCE. — *Combustion d'une bougie dans le chlore.*

Plongez une bougie allumée dans un vase rempli d chlore, elle brûlera avec une flamme plus vive ayant un teinte rouge : et, tant qu'il y restera du gaz pur, on aper cevra des vapeurs très-denses.

EXPÉRIENCE 97. — *Combustion du charbon en poudre sans le secours du feu.*

Jetez une pincée de charbon très-sec et en poudre bie fine dans un flacon plein de chlore très-sec, il s'enflammer aussitôt en formant une gerbe de feu.

1° Le phosphore brûle dans le chlore avec une flamm verdâtre, et forme un proto-chlorure de phosphore;

2° Le bore brûle aussi dans ce gaz avec beaucoup d'écla et donne lieu à un chlorure de bore.

EXPÉRIENCE. — *Combustion de plusieurs métaux dans le chlore.*

Si vous faites passer dans une cloche pleine de chlore le métaux suivants : mercure, potassium, sodium, étain, argen or, bismuth, arsenic, fer, plomb, cuivre, antimoine, zin nickel et tellure, après les avoir bien divisés ou réduits e feuilles très-minces et les avoir suffisamment chauffés, i éprouveront des combustions plus ou moins vives et se con vertiront en chlorure.

RÉCRÉATION 98. — *Explosion par le mélange du chlore et du gaz hydrogène phosphoré.*

Faites passer peu à peu du gaz hydrogène phosphoré dan une cloche remplie de chlore, chaque fois qu'il y parviendr du premier gaz, il y aura flamme et détonnation. On do surtout ne pas introduire à la fois une trop grande quanti de gaz hydrogène phosphoré, car il en résulterait des expl sions si fortes que l'appareil serait brisé, et qu'on courra soi-même des dangers évidents.

Dans cette expérience, il y a production d'acide hydr chlorique et de chlorure de phosphore.

RÉCRÉATION 99. — *Combustion spontanée du chlore et du gaz hydrogène bi-carboné.*

L'on sait que le chlore gazeux et le gaz hydrogène bi-carboné (gaz oléifiant) s'unissent à volumes égaux, lorsqu'ils se trouvent en contact; si l'on opère cette union en disposant le gaz dans l'appareil sans le mélanger, et en plaçant le chlore dans la partie inférieure de la cloche, et le gaz hydrogène carboné dans la supérieure, au bout de quelques minutes, cette combinaison s'opère en produisant une vive lumière.

EXPÉRIENCE. — *Combustion de l'antimoine dans le protoxyde de chlore.*

Projetez de l'antimoine en poudre, que vous aurez préalablement chauffé, dans un flacon rempli de protoxyde de chlore, il brûlera aussitôt en répandant une lumière qui offre une teinte jaune.

EXPÉRIENCE. — *Combustion du cuivre dans ce même gaz.*

Dans la même expérience, répétée avec de la limaille de cuivre suffisamment chauffée, ce métal brûle et répand une belle lumière rouge.

EXPÉRIENCE. — *Combustion du charbon dans ce même gaz.*

Si, au lieu de ces métaux, on introduit du charbon allumé, il s'enflamme en produisant également une belle lumière rouge.

EXPÉRIENCE. — *Combustion et explosion du phosphore dans ce gaz.*

Un fragment de phosphore placé dans une cuiller de platine et introduit sous une cloche remplie de protoxyde de chlore, s'enflamme rapidement et avec explosion.

EXPÉRIENCE. — *Explosion du phosphore dans le peroxyde d'azote.*

Les mêmes effets de l'expérience précédente ont lieu, avec cette différence que la détonnation est plus prompte. Le peroxyde est décomposé aussitôt, et les nouveaux produits sont de l'acide phosphorique et un peu de chlorure de phosphore.

EXPÉRIENCE. — *Pour enflammer le gaz ammoniaque.*

Remplissez de ce gaz quelques éprouvettes de 217 millimètres de hauteur sur environ 81 millimètres de diamètre;

couvrez-les d'une plaque de verre ; découvrez-les pour su pendre au-dessus une chandelle allumée, et vous verrez gaz brûler avec une large flamme jaune à mesure qu'il s' lèvera dans l'air.

Si cette expérience n'a pas toujours réussi, M. Sillem dit que cela est dû à ce que cette inflammation est peu i tense lorsqu'on l'opère au moyen de vases étroits dans le quels il ne pénètre que peu d'air ; mais que, lorsque l vases sont larges, comme ceux qu'il indique, le gaz s'élève une masse suffisante pour que cette inflammation puis donner lieu à une jolie expérience.

EXPÉRIENCE. — *Composé de deux gaz très-détonnants, ou chlorure d'azote.*

Ce chlorure a été découvert par Dulong, qui manqua d'êt victime de sa découverte. On le prépare en remplissant chlore une petite cloche, qu'on place ensuite sur un va rempli d'une solution de nitrate ou d'hydro-chlorate d'a moniaque, à une température d'environ 50° cent. Il se for peu à peu une pellicule huileuse à la surface de la liqueu laquelle se réunit en globules et se précipite au fond vase, tandis que la liqueur s'élève dans la cloche. Ce pr cipité est le chlorure d'azote, qui jouit des propriétés su vantes :

1° A une température de 100° cent., il détonne violem ment ;

2° Si on le met en contact, à froid, avec les corps combu tibles, il produit des explosions très-fortes ;

3° Une gouttelette de la grosseur d'une tête d'épingl unie à de l'huile d'olive, opère une explosion si violen que la vase est mis en mille pièces ;

4° Il est plusieurs substances inflammables, telles q l'alcool, le charbon, l'éther, etc., qui ne le font pas d tonner.

Il est bon de faire observer que de pareilles expérienc entraînent souvent des dangers graves, et qu'on ne doit, p conséquent, les tenter qu'avec la plus grande circonspecti et un masque sur la figure. MM. Wilson, Kerk, etc., o donné une explication de ce qui se passait lors de la déto nation ; leur théorie ne nous a pas semblé assez conclua pour l'avoir adoptée et exposée.

RÉCRÉATION 100. — *Inflammation sous l'eau d'un mélang d'hydrogène et d'oxygène.*

Nous avons déjà fait connaître le chalumeau à gaz ox

ène et hydrogène. En se livrant à diverses recherches avec et instrument, un physicien de New-York, M. Skidmore, a econnu que le jet lumineux qui résulte de la combustion e ces deux gaz pouvait être introduit sous l'eau sans s'éeindre, il est bon cependant d'opérer cette introduction entement, afin que la flamme ne rentre pas dans le récieient. Ce qu'il y a de très-curieux, c'est que cette flamme, uoique dans l'eau, et sous forme globuleuse, brûle le bois t rougit les fils métalliques. Cette découverte peut trouver me heureuse application à la marine.

SECTION VI.

DU PHOSPHORE.

Le phosphore a été découvert par l'alchimiste Brandt, qui, après en avoir fait un secret, le vendit à Krafft, auquel Kunkel s'était associé pour cet achat. Trompé par le premier, qui garda le secret pour lui, et sachant seulement qu'on obtenait le phosphore de l'urine, Kunkel se livra à un grand nombre de recherches et parvint à le découvrir à son tour, en 1674. Ce ne fut que soixante-trois ans après, qu'un étranger l'apporta en France. En 1774, *Gahn* et *Schéèle* le découvrirent à l'état d'acide dans les os.

Le phosphore, à l'état de pureté, est solide, demi-transparent et d'une consistance égale à celle de la cire; sa saveur est un peu âcre; son odeur alliacée; il est lumineux dans l'obscurité, se fond à 43°, se distille à 200; la lumière solaire le colore en rouge; si, lorsqu'il est fondu, il se trouve en contact avec l'air ou l'oxygène, il brûle rapidement avec une vive lumière et une chaleur très-intense; il est susceptible de former, avec l'oxygène, deux oxydes et quatre acides; il s'unit avec presque toutes les substances métalliques, ainsi qu'avec le soufre, le sélénium, l'iode, l'hydrogène et le chlore; il n'existe point dans la nature à l'état de pureté, mais à l'état de sel; on l'extrait des os.

EXPÉRIENCE. — *Phénomènes que présente le phosphore mis en contact avec l'iode.*

M. G. Gazzaniga a fait connaître, le 16 août 1833, les faits suivants : si l'on met en contact du phosphore avec de l'iode, il se produit une combustion violente avec flamme et lumière, mais on ne savait pas quelles étaient les limites de la température à laquelle peut commencer cette combustion *iodique*. L'auteur a donc entrepris diverses expériences pour

déterminer comment celle-ci et d'autres combustions furent empêchées en diminuant graduellement la température de l'air ambiant, celle du combustible et du comburant; les observations que l'auteur a faites, sont :

1° Que la vapeur d'iode n'est point entièrement brûlée, ni entièrement combinée avec le phosphore;

2° La flamme est d'une plus grande durée que dans l'air même à une température de 10° R.

En plaçant ces deux corps phosphorés sur la chaux, le phénomène se réduit à une obscure effervescence; comme il n'arrive pas d'inflammation, s'ils sont très-humectés.

Par une autre lettre du 25 juin 1833, il annonce qu'à 20 ou 24 degrés négatifs, il a répété plusieurs fois avec succès l'expérience de l'iode avec le phosphore. Les autres observations sont :

1° Qu'il faut une petite quantité d'iode pour que le phosphore attire l'iode, produise une légère fermentation, se brûle et donne cette belle flamme plus ou moins terminée par un grand dégagement d'une vapeur plus ou moins violette, suivant la quantité d'iode.

Il a répété l'expérience avec 16 centigrammes de chaque substance, avec 16 centigrammes de phosphore et 11 centigrammes d'iode; avec 11 centigrammes de phosphore et 16 centigrammes d'iode, la flamme dure, dans la glace, presque un quart d'heure;

2° La vapeur qui est près de la flamme est blanche : elle est partiellement blanche quand l'iode est brûlée autour du phosphore; cette fumée blanche est probablement l'acide phosphoreux; elle rougit le papier tournesol; la vapeur violacée le rougit moins et presque pas du tout quand cette vapeur est toute iodeuse;

3° Dans tous les cas, il y a toujours une abondance d'iode qui se dépose, outre celui qui sort des fissures de la glace. Ayant recueilli de cet iode, uni à l'eau de la surface de la glace, il rougissait le papier tournesol et faisait effervescence avec la magnésie, l'argile, et moins avec la chaux;

4° Cet iode, recueilli et traité par l'acide nitrique, s'acidule complètement;

5° Si l'iode mouillé n'enflamme point le phosphore après un peu de fermentation, qui est en raison inverse de l'humidité de l'une ou de l'autre substance, on a un mélange qui teint en jaune et en jaune-verdâtre le papier tournesol.

Observations. — C'était un fait connu que le phosphore et l'iode secs se combinent avec un grand dégagement de chaleur; suivant Thénard, 1 de phosphore se combine avec

8, 16, 24 d'iode, et suivant Berzélius, 1 de phosphore se combine de 6 à 8, 12 et 20 d'iode. Cette différence dans les proportions définies, indiquées par ces deux grands chimistes, montre combien est encore vague la règle de ces mêmes proportions définies, d'où l'on fait dériver, comme une conséquence nécessaire, la théorie des atômes.

EXPÉRIENCE. — *Sur l'inflammation de l'un des phosphores d'hydrogène, par le professeur Thomas Graham.*

Le professeur Thomas Graham a fait quelques expériences sur l'inflammation de l'un des phosphures d'hydrogène. On sait que le sesqui-phosphure s'enflamme spontanément à l'air, tandis que le proto-phosphure ne s'enflamme pas. Le professeur anglais a recherché toutes les circonstances qui faisaient naître ou détruisaient cette faculté. Il reconnaît qu'elle se perd en mêlant une partie du phosphure inflammable, à

5 vol. d'hydrogène.	1/2 vol. d'hydrogène sulfuré.
2 — d'acide carbonique.	1/10 — d'oxyde nitrique.
3 — de nitrogène.	1/20 — d'acide muriatique.
1 — de gaz oléfiant.	1/3 — de gaz ammoniaque.

Il conclut, sans pouvoir le prouver directement, que cette faculté est due à la réaction d'un oxyde hypothétique de phosphore sur une quantité très-minime d'acide nitreux mêlé au phosphure.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre l'acétate de chaux phosphorique.*

Evaporez de l'acétate de chaux et privez-le du contact de la lumière en interceptant le jour au moment où il va se prendre en masse; en le remuant avec la spatule, vous le verrez briller d'une vive lumière.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre le mercure phosphorique.*

Prenez une fiole très-forte, de contenance d'environ 245 grammes, versez-y 184 grammes de mercure bien pur, bouchez-la aussitôt et couvrez exactement le bouchon de liége et le col de la fiole avec de la cire blanche. Percez ensuite la cire et le bouchon avec une épingle, pour pouvoir donner issue à l'air de la fiole, et soumettez-la sous le récipient de la machine pneumatique, afin d'opérer le vide. Cela fait, il faut ensuite boucher le trou d'épingle, pour éviter une nouvelle introduction d'air dans cette fiole; on y parvient en exposant au soleil le récipient sous lequel elle se trouve, et

en dirigeant sur le bouchon les rayons solaires au moyen d'une lentille ; dès lors la cire, se fondant, pénètre dans cette ouverture et la bouche complètement. Au moyen de cette préparation, le mercure devient phosphorescent, toutes les fois qu'on l'agite dans un lieu obscur.

Le même effet a lieu également avec les baromètres dont le tube a un grand diamètre.

EXPÉRIENCE. — *Fleur phosphorescente.*

On doit à la fille du célèbre Linnée une observation curieuse : c'est que les *fleurs des capucins* (*tropeolum majus*), sont quelquefois phosphorescentes le soir.

RÉCRÉATION 101. — *Pour écrire en caractères lumineux.*

On trace sur un mur, avec un bâton de phosphore, des caractères d'écriture, ou tout autre objet ; si l'on intercepte le jour, ou, si c'est de nuit, et qu'on éteigne la lumière, ces caractères paraissent lumineux. On s'est servi maintes fois de ce moyen pour épouvanter les esprits faibles, ainsi que les mourants.

Cette lueur est due à ce que le phosphore avec lequel on trace ces caractères en laisse une légère couche sur les lieux où il passe, et, comme ce corps est très-combustible, il brûle lentement en absorbant l'oxygène de l'air et dégageant de la lumière.

EXPÉRIENCE. — *Allumer le phosphore par la compression.*

Il suffit de comprimer entre deux morceaux de bois un morceau de phosphore pour l'enflammer. On opère également cette inflammation par le frottement.

EXPÉRIENCE. — *Pour se rendre les mains et la figure lumineuses.*

Frottez-vous légèrement les mains et la figure avec du phosphore, et, dans l'obscurité, elles seront lumineuses.

EXPÉRIENCE. — *Briquets phosphoriques.*

Prenez une fiole étroite et un peu longue, introduisez-y un peu de sable pur avec un gramme 6 centigrammes de phosphore ; chauffé à une douce chaleur, le phosphore se fond ; bouchez aussitôt la fiole pour en empêcher la combustion, et laissez refroidir. Quand on veut s'en servir, on y plonge une allumette ordinaire qu'on frotte contre le phosphore.

Cette inflammation est due à ce que le phosphore, déta-

ché par l'allumette, s'enflamme dès qu'il est exposé au contact de l'air, et produit en même temps l'inflammation du soufre.

EXPÉRIENCE. — *Phosphore de Bologne.*

Prenez du sulfate de baryte réduit en poudre ; après l'avoir calciné au rouge, formez-en des gâteaux minces, avec de la farine et de l'eau, et chauffez-les au rouge; vous aurez pour produit un corps qui luit dans l'obscurité, que l'on a désigné sous le nom de *phosphore de Bologne*, parce que c'est un cordonnier de cette ville, nommé *Vincento Casciarolo*, qui l'a découvert. On ignore d'où lui vient cette propriété d'être lumineux; ce qu'il y a de bien constant, c'est que certains chimistes croient que le sulfate de baryte, ainsi chauffé, est passé à l'état de sulfure ou de sulfite, et cependant le sulfure ou le sulfite de baryte, provenant de la décomposition du sulfate, au moyen du charbon, n'est pas phosphorescent; il faut donc en chercher ailleurs la cause.

EXPÉRIENCE. — *Phosphore de Beaudoin.*

Si vous calcinez, jusqu'à un certain point, du nitrate de chaux dans un creuset, le nouveau produit jouira de la propriété de luire dans l'obscurité. Dans cette opération, la plus grande partie de ce sel est décomposée, et il se dégage de l'oxygène et du deutoxyde d'azote. D'après les expériences de M. Fay, le sulfate et le fluate de chaux naturels deviennent phosphorescents par la calcination.

EXPÉRIENCE. — *Phosphore de Homberg.*

Faites fondre dans un creuset de l'hydro-chlorate de chaux, et, après la fusion aqueuse, portez-le à la fusion ignée, coulez, et couvrez la matière jusqu'à ce qu'elle soit refroidie. Si on la frotte alors dans l'obscurité, elle devient lumineuse.

Dans cette opération, il se dégage un peu d'acide hydrochlorique, et l'hydro-chlorate de chaux est changé en chlorure de calcium.

EXPÉRIENCE. — *Phosphore de Canton.*

Faites calciner, pendant une demi-heure, des écailles d'huîtres; réduisez en poudre les plus beaux morceaux; passez à un tamis fin ; mêlez à cette poudre un tiers de son poids de fleur de soufre; placez le tout dans un creuset luté; entretenez-le à une chaleur rouge pendant une heure et demie, et laissez refroidir. Tirez ensuite la matière produite, réduisez-la en poudre et renfermez-la dans un flacon

bien sec bouché à l'émeri. Ce flacon, ainsi préparé et exposé aux rayons solaires ou au grand jour pendant cinq minutes, sera lumineux dans l'obscurité.

EXPÉRIENCE. — *Posphore de Wilson.*

Choisissez les écailles d'huîtres les plus épaisses, placez-les sur des charbons ardents et recouvrez-les également de charbon; une demi-heure après, retirez-les du feu, en faisant en sorte de ne pas les briser. Il suffit de les exposer ensuite pendant quelques minutes à la lumière pour se convaincre qu'elles sont devenues très-phosphorescentes. En effet, placées dans l'obscurité, elles répandent une lueur accompagnée de la plupart des couleurs prismatiques. Si la calcination a été faite dans un creuset fermé, ces couleurs sont moins vives. Si ce creuset est de fer, les parties des écailles qui auront été en contact avec ses parois donneront une lueur rougeâtre; si, dans le creuset, on dissémine de petites plaques d'acier, la phosphorescence est plus vive; si c'est au contraire des morceaux de charbons plats, les couleurs seront encore plus belles que celles avec l'acier, surtout les bleue, rouge et verte. Nous ne connaissons encore rien de positif sur la phosphorescence de certains corps; suivant quelques physiciens, elle est due à la lumière solaire qui s'y accumule; suivant d'autres, elle doit être attribuée à une lumière inhérente à la substance phosphorique. Les expériences de M. Dessaignes pourront contribuer à établir une théorie fixe. Ce physicien a reconnu, 1° que le degré de phosphorescence d'un corps, après qu'il a été exposé aux rayons solaires, est en raison inverse de son degré d'humidité; 2° que plusieurs corps, tels que les phosphates de baryte et de strontiane, le fluate de chaux, etc., pouvaient devenir lumineux si on les soumettait à une température élevée; 3° que l'intensité de cette lumière était en raison directe de l'élévation de température, et sa durée en raison inverse.

On a aussi reconnu qu'il est des corps qui perdent leur propriété phosphorescente quand on les calcine à un certain degré de calorique, mais qu'ils la reprennent si l'on élève cette température. Il est bon de faire observer que ces lueurs phosphoriques ont des couleurs diverses et relatives aux corps sur lesquels on expérimente.

EXPÉRIENCE. — *Phosphore de Geoffroy.*

M. Geoffroy, qui découvrit cette préparation, veut qu'on mêle 31 grammes de deutoxyde d'antimoine avec 62 grammes

de savon noir, et qu'on projette ce mélange par portions dans un creuset chauffé au rouge, en attendant, chaque fois, que le savon soit brûlé et que la matière ait perdu son gonflement. Quand tout ce mélange est brûlé, on ajoute par-dessus 31 grammes de savon noir, et, après sa combustion, on couvre le creuset et son couvercle de beaucoup de charbon, afin de faire subir à la matière une haute température ; malgré cela, elle reste spongieuse sans entrer en fusion. On doit retirer alors le creuset du feu, et laisser refroidir le tout. Quatre ou cinq heures après, si vous découvrez le dessus de la matière avec une tige de fer, dès qu'elle est en contact avec l'air, il se fait une explosion vive et bruyante qui lance une gerbe de feu très-forte.

EXPÉRIENCE. — *Phosphore amorphe.*

On connaît aussi un phosphore qui n'éprouve aucun changement à l'air, qui n'est pas lumineux dans les ténèbres à la température ordinaire, mais qui, chauffé jusqu'à la température où il s'enflamme, commence à être faiblement lumineux, auquel on a donné le nom de *phosphore amorphe*.

Pour préparer ce phosphore amorphe, on introduit du phosphore ordinaire dans une cornue et on le chauffe pendant longtemps à une température de 215° C. Au terme de l'opération, le phosphore est converti en une masse cohérente, brun rougeâtre et fragile. On sait que c'est avec ce phosphore qu'on prépare aujourd'hui des allumettes chimiques que n'altèrent pas l'humidité de l'air, ne nuisent pas à la santé des ouvriers et des consommateurs et ne présentent aucun danger dans les transports.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre certains corps phosphorescents par la décharge électrique.*

Pour produire cet effet, il suffit d'opérer une décharge électrique un peu au-dessus ou sur la surface de certaines substances ; la phosphorescence, qui en est la suite, est plus ou moins longue ; nous allons en citer quelques exemples :

Une décharge faite sur

L'acétate de potasse produit une lumière.	verte brillante.
L'acide succinique, ...	verte plus durable.
Le carbonate de baryte.	verte moins éclatante.
L'acide boracique.	verte éclatante.
Le borax.	verte faible.
Le cristal de roche	rouge, ensuite blanche
Sulfate de chaux (sélénite). . . .	verte, mais passagère.
Sucre en pain	verte et plus durable.

Presque tous les métaux natifs deviennent aussi plus ou moins lumineux après l'explosion électrique; il en est de même de l'ardoise connue en Angleterre sous le nom de *Colly-Werton*. En effet, lorsqu'on fait une décharge électrique au-dessus du centre de cette ardoise avec une bouteille de quelques centimètres carrés, toute la surface offre de petits points brillants qui se détachent et se répandent en lumière autour de la table, quand on laisse les points du producteur électrique en contact avec cette ardoise.

RÉCRÉATION 102. — *Pour faire l'huile phosphorique et rendre la figure des individus hideuse.*

Prenez six parties d'huile d'olive et une partie de phosphore, laissez-les digérer ensemble au bain de sable et conservez cette solution qui, dans l'obscurité, devient lumineuse.

Lorsqu'on veut en faire un amusement physique, on ferme la bouche et les yeux ; après y avoir trempé un morceau d'éponge, on s'en frotte les mains et le visage, qui alors se couvrent d'une légère flamme bleuâtre, tandis que les yeux et la bouche se présentent comme des taches noires. Cette expérience n'est nullement dangereuse.

Phosphorescence du corps de l'homme après la mort.

Nous allons rapporter ce curieux phénomène tel qu'il a été décrit dans la Revue Britannique. Le 14 février 1838, le corps de Villiam Lonkins, âgé de 88 ans, fut reçu à l'école d'anatomie de Web-Street; le 5 mars on y reçut aussi celui de Borcham, âgé de 45 ans, qu'on avait ramassé dans la rue. Le premier était presque complètement disséqué lors de l'arrivée du second; il n'en restait plus que l'extrémité inférieure gauche. Le 3 mars, M. Appleton, gardien de l'établissement, en faisant sa ronde le soir, fut surpris de voir cette partie du cadavre devenue lumineuse, phénomène qu'il n'avait jamais aperçu, quoiqu'il occupât cet emploi depuis 27 ans. Quelques jours après que le cadavre de Borcham eut été rapporté dans la même salle, il remarqua qu'il avait le même aspect lumineux; il s'empressa de communiquer ces faits à MM. les professeurs, qui les constatèrent avec un grand nombre d'élèves. On reconnut d'abord que la phosphorescence occupait sur le cadavre de Borcham l'extérieur et l'intérieur du thorax, qu'elle s'étendait graduellement aux os, aux tendons, aux membranes et même aux muscles, mais à un moindre degré. La lumière de l'intérieur correspondait exactement à celle de l'extérieur; mais les viscères

du thorax n'en présentaient aucune trace. Bientôt après, la phosphorescence s'étendit des deux côtés, et presque également, aux régions lombaire, sacrale et iliaque, et descendit jusqu'à l'insertion du muscle tenseur de l'aponévrose crurale ; or, la matière qui la produisait était en si grande quantité qu'on pouvait l'enlever avec les doigts, qui alors devenaient aussi lumineux. Le 12 mars, les mêmes recherches furent continuées; en entrant dans la salle, on crut que ce phénomène avait considérablement diminué, mais après avoir soulevé le genou, dont on avait disséqué la peau dans la journée, on remarqua qu'il était très-lumineux. En grattant l'os avec le scalpel, la lumière ne diminuait pas, elle semblait avoir pénétré dans l'os même. Comme le cadavre de Borcham était devenu lumineux auprès de celui de Lonkins qui possédait déjà cette propriété, on crut qu'il y avait eu une espèce d'inoculation. Pour s'en assurer, on plaça sur un cadavre qui était dans la même salle, un fragment de matière lumineuse ; deux jours après, le tronc de ce nouveau sujet était lumineux dans une grande étendue, et la lumière ne brillait que sur les points humides.

Examen microscopique.

Au premier examen, la vue d'un mouvement particulier de molécule lumineuse fit supposer qu'il y avait là un animal d'une dimension très-petite; de nouvelles observations faites avec un microscope plus puissant démontrèrent qu'il n'existait rien de semblable aux *monas* ni aux autres infusoires. La force de la lentille dont on fit usage était de 900, et le volume des molécules lumineuses observées avec cet instrument ne paraissait pas avoir plus de 3/1000 de millimètres de diamètre. Elles étaient si petites qu'il était impossible de les mesurer avec le meilleur micromètre qui ait encore été construit. D'après la mesure que M. Bowerbank a donnée de quelques-uns des animalcules qui produisent la phosphorescence de la mer et qui ont environ 27 millimètres 4/10 de diamètre, ce micographe a reconnu lui-même que les molécules lumineuses dont nous parlons sont au moins 1000 fois plus petites.

La matière lumineuse placée sous le microscope suffisait pour en éclairer le foyer; elle paraissait être de nature huileuse.

Epériences avec les Gaz.

On a répété sur cette matière lumineuses les expériences que Macartney et Murray ont faites sur les animalcules qui produisent la phosphorescence de la mer, et qui conservent

une lumière égale dans tous les gaz. On mit dans des fioles séparées, des lambeaux de membranes, de muscles et de tendons lumineux et on les remplit avec : *oxygène, azote, hydrogène, chlore, acide carbonique, oxyde de carbone, hydrogène sulfuré, hydrogène phosphoré,* et on les boucha hermétiquement, après 40 minutes, dans les fioles avec

Oxygène.	*sans effet.*
Azote.	
Hydrogène..	
Oxyde de carbone . . .	
Hydrogène phosphoré. . .	
Acide carbonique. . . .	*léger effet.*
Chlore.	*Extinction totale.*
Hydrogène sulfuré . . .	

Cette matière phosphorescente se trouvait donc dans des conditions différentes de celle sur laquelle Macartney et Murray avaient opéré ; car l'action des gaz sur la phosphorescence fut évidente dans ces expériences : à peine le lambeau de chair lumineux fut-il plongé dans le chlore et l'hydrogène sulfuré, que la lumière disparut en moins de deux minutes, tandis qu'elle persista pendant plus de cinq jours dans l'azote, l'oxygène et l'hydrogène.

Expériences dans le vide.

Un morceau de chair très-lumineuse fut placé sous le récipient de la machine pneumatique ; on fit le vide : en moins de 15 minutes, la phosphorescence disparut ; elle reparut dès qu'on eut laissé pénétrer l'air sous le récipient ; il en fut de même en y introduisant l'oxygène ; l'azote de l'hydrogène lui rendit son premier brillant, ce qui est contraire aux résultats obtenus par les expérimentateurs précités ; la condensation de l'air augmenta l'intensité de la lumière.

Effets de l'eau.

Un lambeau de chair lumineuse mis dans un verre plein d'eau distillée a gardé sa phosphorescence pendant 10 ou 15 minutes : ayant enlevé avec la lame d'un couteau la matière lumineuse d'un autre lambeau, et ayant agité l'eau avec l'instrument, on vit de petits globules lumineux dispersés dans ce fluide, qui disparurent au bout d'une minute et demie, il en fut de même avec le lait et l'huile, avec cette différence cependant, que l'apparence lumineuse du lait persista pendant 15 et 20 minutes, et celle de l'huile, 3 ou 4 jours ; dans

l'alcool, l'eau bouillante et l'air échauffé, la lumière disparut en 2 minutes; il en est de même des acides et des alcalis qui éteignent la lumière presque immédiatement.

D'après cet exposé, la cause de cet état lumineux reste encore inconnue; il paraît cependant appartenir à une espèce de matière huileuse.

PHOTOPHORE.

Il est reconnu que le photophore se dissout dans les huiles bouillantes, et, qu'exposés au contact de l'air, les caractères tracés avec une plume trempée dans cette solution, sur un mur, sur une table ou autre chose semblable, deviennent lumineux dans l'obscurité. D'après cette connaissance, M. Bianchetti, pharmacien, a imaginé de faire une pareille dissolution dans une petite fiole qui, fermée exactement, ne donne aucune phosphorescence; en mettant la solution au contact de l'oxygène de l'air, en ouvrant la petite fiole, il se dégage, dans la nuit, une lumière capable de laisser distinguer l'heure à une montre. Cette fiole qu'il appelle *photophore*, peut être avantageuse dans beaucoup de circonstances, lorsque, pendant la nuit, on a besoin d'un peu de lumière.

Pour l'obtenir, on jette un morceau de phosphore dans une petite fiole dont on remplit le tiers avec de l'huile bouillante; on ferme ensuite exactement avec un bouchon.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre le bois lumineux au moyen de la chaux ou de la magnésie.*

Pour produire cet effet, on trempe de petites baguettes de bois dans une solution de chlorure de chaux; on brûle l'une des extrémités à la flamme d'une bougie : après l'entière combustion, si l'on retire la baguette de ce foyer, on trouve au bout brûlé une matière blanche qui répand une lumière éblouissante; cette lumière devient encore plus brillante si on l'expose à l'action d'un soufflet de forge; mais il en résulte que la fumée fait disparaître la matière blanche.

Nous faisons observer que les bois durs sont ceux qui sont le plus propres à la production de ce phénomène.

Le docteur Fyfe, qui a examiné le résidu blanc de cette combustion, a trouvé qu'il ne contenait que de la chaux pure, et qu'on pouvait communiquer au bois cette propriété lumineuse en le plongeant dans l'eau de chaux ou dans une solution de sulfate de magnésie.

Le docteur Brewster a cherché à tirer parti de ces faits : il prit en conséquence quatre petits morceaux de bois terminés par des masses de chaux absorbée, et il les arrangea

de telle façon qu'ils fussent entourés de la circonférence de la flamme d'une chandelle. Ils produisent, en cet état, une lumière brillante qui persista pendant plus de deux heures.

Une palette de craie très-mince, exposée à l'action de cette même flamme, ne donnait une lumière aussi belle que celle qui se dégageait de ces morceaux de bois qu'après avoir fait agir sur elle un soufflet de forge.

EXPÉRIENCE. — *Phosphorescence animale.*

Il est bien reconnu, depuis un temps immémorial, que les substances animales et végétales en putréfaction deviennent souvent lumineuses. On sait aussi que le *ver luisant* et plusieurs insectes sont également lumineux, et qu'il en est de même de quelques poissons. Ainsi, nous nous abstiendrons de parler des restes d'un agneau mangé en 1492 par trois habitants de Padoue, lesquels restes devinrent lumineux. Nous passerons sous silence la viande achetée en 1641 au marché de Montpellier, qui, la nuit même, éclairait la chambre de la vieille femme qui l'avait achetée et qui la présenta en cet état au prince de Condé; nous préférons exposer quelques faits plus instructifs. Les bois pourris deviennent souvent lumineux; tout porte à croire que cette lumière est due à une combinaison lente : ce qui parle en faveur de cette assertion, c'est que, si l'on place du bois phosphorescent sous le récipient de la machine pneumatique, et qu'on fasse le vide, la lumière disparaît aussitôt; si on lui rend l'air, même après un laps de temps considérable, elle renaît. Boyle, à qui nous devons cette curieuse expérience, a également reconnu que cette lumière durait très-longtemps lorsqu'on plaçait le bois lumineux dans un bocal étroit et hermétiquement fermé, et que, si l'on mettait alors ce bocal sous le récipient de la machine pneumatique et qu'on fît le vide, la lumière ne s'éteignait pas. Ces mêmes expériences répétées avec un poisson luisant placé dans l'eau, donnèrent les mêmes résultats. Cette lumière des poissons diffère de celle du bois pourri, en ce que l'eau, l'alcool et plusieurs solutions salines détruisent celle de ce dernier, tandis que l'eau ne peut détruire toute la lumière des poissons et des vers luisants.

EXPÉRIENCE. — *Pour détruire la clarté du bois lumineux.*

On prend du bois lumineux, on l'introduit dans un tube de verre qu'on plonge dans un mélange frigorifique; aussitôt la clarté cesse.

EXPÉRIENCE. — *Lumière produite par la pholade.*

La pholade est un mollusque à coquille qui se creuse un asile dans quelques pierres.

Pline, le naturaliste, est le premier qui ait fait connaître que ce mollusque rend lumineux les objets qu'il touche. Il diffère des autres animaux marins, qui ne deviennent phosphorescents que par la putréfaction, tandis que la pholade est d'autant plus lumineuse qu'elle est plus fraîche. Lorsque ce mollusque est sec, il suffit de le mouiller avec de l'eau pure ou salée pour ranimer sa lumière que l'eau-de-vie éteint. A l'état putride, il n'est plus lumineux, il ne le redevient que lorsque la putréfaction est à son terme; en l'agitant alors dans l'eau, il la rend lumineuse. Des solutions d'hydrochlorate de soude et de nitrate de potasse augmentent la lumière de l'eau; les acides et le vin l'éteignent. On peut rendre cette eau lumineuse plus brillante en la versant sur du sulfate de chaux naturel et récemment calciné sur le quartz, le sucre, etc.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre le lait et le miel lumineux.*

On rend le lait lumineux en y tenant plongée une pholade. Un seul de ces mollusques est suffisant pour communiquer à 214 grammes de lait une lumière assez vive pour qu'on puisse y voir dans l'obscurité; en même temps qu'il devient lumineux, le lait semble être devenu transparent.

Beccaria s'est convaincu que l'air était nécessaire à la production de cette lumière; car ayant introduit du lait lumineux dans un tube de verre, il ne put parvenir à en faire dégager de la lumière qu'en y faisant passer de l'air; une preuve nouvelle, c'est que la pholade dans le vide n'est plus lumineuse.

Le suc de ce mollusque, réduit en pâte avec de la farine, donne de la lumière quand on le plonge dans l'eau chaude.

La pholade, conservée dans du miel, a la propriété de demeurer lumineuse pendant plus d'un an. En effet, en la plongeant dans l'eau chaude, elle répand autant de lumière que lorsqu'elle est fraîche.

EXPÉRIENCE. — *Aspect lumineux de la mer.*

Un grand nombre d'expériences ont porté M. Canton à attribuer la propriété lumineuse de l'eau de mer à trois corps gluants et putrides qu'il y a rencontrés. Sans entrer dans le détail des opinions émises à ce sujet par divers physiciens.

qui nous entraîneraient trop loin, nous allons exposer une expérience curieuse du physicien anglais.

Un petit merlan frais fut introduit dans un vase contenant trois litres d'eau de mer et mis dans une cave dont la température était de 54° Fahrenh. Il ne se produisit aucune lumière, même par l'agitation ; seulement la portion du poisson qui surnageait sur l'eau fut lumineuse la nuit et non ce liquide. Ayant soulevé le poisson au moyen d'un bâton qui le traversait et qui reposait sur les côtés opposés du vase, l'eau parut lumineuse derrière le bâton ; l'ayant agitée avec force, elle devint entièrement lumineuse et laiteuse quelque temps après même qu'elle eût été reposée. L'époque à laquelle l'émission de la lumière est la plus forte, c'est lorsque le poisson a séjourné vingt heures dans l'eau ; après trois jours de séjour, le liquide a perdu cette propriété.

Plantes phosphorescentes.

Il existe plusieurs cryptogames souterraines qui sont lumineuses dans l'obscurité. M. Nées d'Esenbeck cite, d'après M. Heinzmann, la *rhizomorpha phosphorescens*, trouvée dans les mines de la Hesse et du nord de l'Allemagne ; sa lumière est sensible aux extrémités de la plante, surtout lorsqu'on les rompt. Cette phosphorescence disparaît dans une atmosphère de gaz hydrogène, de chlore ou d'oxyde de carbone. D'autres rhizomorphes, telles que la *subterranea* et l'*aïdula*, ont aussi paru phosphorescentes à plusieurs personnes travaillant dans les mines.

Phosphorescences des pommes de terre.

Litchtenberg raconte qu'il y a quelques années, un officier de garde, dans une ville d'Allemagne, en traversant la caserne aperçut de la lumière dans une des chambres de l'édifice. Comme il était expressément défendu d'en avoir, il crut que c'était un incendie, et courut porter du secours. En entrant dans la chambre, il trouva les soldats assis sur leur lit, admirant une magnifique lumière qui partait d'un monceau de pommes de terre à l'état de putréfaction naissante. Cette lumière était si vive que les soldats pouvaient lire à sa clarté. Elle perdit peu à peu sa vivacité et son éclat, et disparut entièrement dans la nuit au bout de trois jours.

EXPÉRIENCE. — *Météores phosphoriques, feux follets, dragons volants.*

On aperçoit souvent dans les marécages, les fumiers, les

rivières, les lieux bas et humides, les cimetières, etc., des exhalaisons enflammées, sous forme de globes de flamme, de faisceaux de lumière, de torches allumées, de lampes, etc., auxquelles on a donné les noms de *météores phosphoriques, follets, feux follets, dragons volants, lanterne de Maracaybo*, etc., et qui sont dues à la combustion de quelque gaz hydrogène, principalement du gaz hydrogène phosphoré, qui, comme on sait, a la propriété de s'enflammer lorsqu'il est en contact avec le gaz oxygène ou l'air. Ces feux affectent, comme nous l'avons dit, diverses formes. On les observe plus souvent en hiver qu'en été; dans les temps pluvieux, leur lumière est plus vive.

EXPÉRIENCE. — *Préparation d'un gaz qui s'enflamme par son mélange avec l'air atmosphérique.*

Introduisez dans une fiole à médecine une bouillie faite avec la chaux, l'eau et un dixième de son poids de phosphore coupé sous l'eau en petits morceaux; adaptez à cette fiole un tube recourbé muni d'un bon bouchon, et chauffez-la peu à peu : dès-lors le gaz hydrogène perphosphoré se dégage et s'enflamme au moyen de l'air de la fiole et du tube. Lorsque cet air est décomposé, l'azote se dégage et il est suivi du gaz hydrogène perphosphoré qui brûle en sortant du tube. On le reçoit alors sous des flacons renversés et remplis d'eau bouillie, pour le priver d'air; on continue de recueillir de ce gaz tant qu'on s'aperçoit qu'en retirant le tube de dessous le flacon, il s'enflamme; car, sur la fin de l'opération, il ne se dégage que du gaz protophosphoré.

Ce gaz, soumis à diverses expériences, donne des résultats très-curieux :

1° L'étincelle électrique, au bout de quelque temps, le décompose; le phosphore est précipité, et l'hydrogène occupe le même volume que le gaz;

2° Le chlore l'enflamme, et il se produit de l'acide hydrochlorique et du phosphore de chlore. Si le mélange est dans les proportions de trois volumes de chlore sur une d'hydrogène perphosphoré et qu'il se fasse sur l'eau il disparaît entièrement;

3° Si l'on fait passer du gaz oxygène dans un tube très-étroit et dans un tube large, contenant l'un et l'autre du gaz hydrogène perphosphoré, il en résulte que, dans le premier, on distingue des vapeurs blanches sans aucun dégagement de lumière, tandis que, dans le second, ces vapeurs sont accompagnées d'une vive lumière.

Cette différence d'effet tient à ce que le tube étroit enle-

vant le calorique à mesure qu'il se dégage, la température n'est pas assez élevée pour que l'hydrogène puisse brûler; dans le second, l'absorption de l'oxygène est égale à une fois et demie le volume du gaz hydrogène phosphoré; la chaleur est par conséquent bien plus forte.

RÉCRÉATION 103. — *Faire sortir des globules enflammés de l'eau.*

Plongez un flacon plein de gaz hydrogène perphosphoré dans l'eau; débouchez et inclinez-le de manière à en faire passer quelques bulles dans l'air; alors chacune, en crevant la surface de l'eau, s'enflamme et produit une vapeur d'eau et d'acide qui s'élève sous forme de couronnes, lesquelles, si l'atmosphère est tranquille, grandissent. Il est bon de faire observer que pour que cette inflammation s'opère, il faut qu'elle ne contienne ni azote ni hydrogène.

RÉCRÉATION 104. — *Faire éteindre une chandelle par une figure et la rallumer par une autre.*

Construisez deux petites figures portant chacune un petit tuyau dans la bouche; dans l'un, vous introduirez un morceau de phosphore, dans l'autre, un peu de poudre à tirer. Cela fait, présentez à cette dernière une chandelle allumée, la poudre s'enflammera aussitôt avec explosion et l'éteindra; approchez-la pour lors de l'autre figure, aussitôt le phosphore, en s'enflammant, la rallumera.

RÉCRÉATION 105. — *Pour allumer une chandelle avec la pointe d'une épée ou d'un couteau.*

Placez au bout de la pointe d'un couteau, d'une épée, etc., un morceau de phosphore très-petit; éteignez la chandelle, et portez sur le lumignon la pointe de l'épée, en écartant un peu la mèche, soudain elle se rallumera.

RÉCRÉATION 106. — *Eau lumineuse.*

Coupez dans l'eau un morceau de phosphore de la grosseur d'un petit pois, divisez-le en plusieurs fractions, et faites-le bouillir dans un demi-verre d'eau, à feu doux, dans un petit vase de terre; versez ensuite la liqueur bouillante dans un flacon long et étroit, bouché à l'émeri, que vous aurez eu soin de remplir d'eau bouillante et de vider avant d'y introduire la liqueur phosphorique. On bouchera aussitôt le flacon, et on le mastiquera, afin d'éviter toute introduction d'air. Cette eau, ainsi préparée, restera lumineuse dans l'obscurité pendant plusieurs mois. Si on l'agite pendant un

temps chaud et sec, on verra des éclairs très-brillants jaillir du milieu de ce liquide.

RÉCRÉATION 107. — *Pour éteindre une bougie et en allumer en même temps une autre d'un coup de pistolet.*

Placez deux bougies à côté l'une de l'autre, l'une allumée et bien émêchée, l'autre éteinte et ayant dans sa mèche un morceau de phosphore; tirez à six pas sur ces deux bougies un pistolet chargé à poudre, aussitôt la bougie allumée s'éteindra par l'effet de la commotion qu'aura éprouvé l'air, tandis que le phosphore allumera l'autre.

RÉCRÉATION 108. — *Imiter le disque de la lune.*

Procurez-vous un matras en verre blanc d'environ 108 millimètres de diamètre; placez dans l'intérieur un fragment de phosphore de la grosseur d'un pois; chauffez au bain de sable; aussitôt que le phosphore sera fondu, il s'enflammera; faites tourner le globe jusqu'à ce qu'un hémisphère soit recouvert de ce combustible. L'inflammation ayant cessé, il restera sur cette partie un enduit d'un blanc sable qui, dans l'obscurité, offrira le disque de la lune par une vive lumière.

RÉCRÉATION 109. — *Produire alternativement une flamme verte à l'ouverture d'un flacon, et la faire disparaître.*

Faites bouillir, sur le fourneau d'une lampe et dans une fiole à médecine, de l'eau dans laquelle vous aurez mis des fragments de phosphore. Après quelques minutes d'ébullition, on voit la partie de la bouteille, qui se trouve au-dessus de l'eau, pleine de vapeurs blanches épaisses qui disparaissent peu à peu pour faire place à une flamme verdâtre et ondoyante au goulot de la fiole, laquelle persiste tant que l'eau bout. Si vous éteignez la lampe, cette flamme s'affaisse peu à peu, et, si l'on porte cette fiole à l'obscurité, on voit sur sa surface intérieure des nuages lumineux qui circulent les uns sur les autres. Si l'on rapporte la fiole sur le fourneau à lampe, la flamme reparaît; en la retirant, elle disparaît comme nous l'avons dit précédemment.

Cette flamme nous paraît due au phosphore qu'entraîne la vapeur d'eau, et qui se trouve dans un tel état de division qu'il devient inflammable par le seul contact de l'air.

RÉCRÉATION 110. — *Dégager de l'eau des bulles gazeuses qui s'enflamment aussitôt.*

Prenez un verre à réactif, aux deux tiers rempli d'eau et

mettez-y un fragment de phosphure de chaux un peu plus gros qu'un pois, aussitôt on verra des bulles qui traverseront l'eau, et s'enflammeront dès qu'elles seront à sa surface, avec une sorte d'explosion, en donnant lieu à un cercle horizontal de fumée épaisse et blanche qui montera peu à peu en s'agrandissant.

Explication. — Le phosphure de chaux jouit de la propriété de décomposer l'eau; d'après cela, l'oxygène de ce liquide forme, avec une partie de phosphore, de l'acide phosphorique, lequel, par son union avec une partie de la chaux, donne lieu à du phosphate calcaire; l'hydrogène, autre principe constituant de l'eau, produit avec l'autre portion de phosphore, du gaz hydrogène phosphoré, dont une grande partie forme ces bulles qui s'enflamment par leur contact avec l'air; tandis que l'autre s'unit à la chaux à l'état d'hydrophosphure calcaire. Aussi, lorsqu'on a fait bien sécher le résidu qui se trouve dans le verre, il suffit de verser dessus quelques gouttes d'acide hydro-chlorique pour l'enflammer.

Il est aisé de voir que, dans cette expérience, cet acide s'unit à la chaux et en dégage le gaz hydrogène phosphoré.

RÉCRÉATION 111. — *Effets curieux de l'alcool phosphoré.*

Préparation. — On obtient l'alcool phosphoré en mettant en contact du phosphore avec de l'alcool très-rectifié.

Effet. Mettez un peu d'eau bien pure dans une carafe en cristal; versez-y une goutte d'alcool phosphoré et bouchez-la de suite. A peine cet alcool phosphoré a-t-il touché l'eau, qu'il se produit une lumière brillante qui serpente rapidement à la surface de ce liquide; en même temps l'air de la carafe passe à l'état lumineux pendant quelque temps. On fait disparaître les vapeurs blanches et on rend la transparence à l'air de ce vase en le débouchant et en y soufflant, mais la phosphorescence reparaît bientôt. Si l'on secoue la liqueur, l'air qui la recouvre devient de nouveau lumineux, et ce phénomène se renouvelle tant qu'il reste un atome d'alcool phosphoré.

RÉCRÉATION 112. — *Rendre l'eau lumineuse par l'éther phosphoré.*

Préparation. On obtient cette préparation en laissant en contact, pendant un mois, de l'éther sur du phosphore dans un flacon bouché à l'émeri.

Effet. Trempez un gros morceau de sucre dans de l'éther phosphoré, et mettez-le dans un très-grand vase plein d'eau, que vous placerez à l'obscurité. Aussitôt la surface de cette

eau deviendra phosphorescente; en soufflant doucement dessus, il y aura production d'espèces d'ondulations lumineuses qui répandront beaucoup de clarté. Si cette expérience est faite en hiver, l'eau doit être tiède. Si l'on imbibe quelque partie du corps d'éther phosphoré, l'éther s'évapore aussitôt et le phosphore, restant sur cette même partie, la rend lumineuse. Quant à la phosphorescence produite en mêlant cet éther avec l'eau, elle est due à la décomposition de ce premier corps; l'éther s'unit à l'eau, et le phosphore, se trouvant très-divisé, est brûlé par l'oxygène de l'air.

Plongez, pendant quelques jours, un bâton de phosphore dans une solution de sous-nitrate d'argent étendue d'eau distillée, et l'argent se précipitera sur toute la surface de ce combustible à l'état métallique.

SECTION VII.

DES MÉTAUX.

Les métaux sont des corps simples, électro-positifs, très-brillants, susceptibles de prendre un beau poli et un éclat très-vif; ils sont bons conducteurs du calorique et du fluide électrique; ils sont plus pesants que l'eau, à l'exception du potassium et du sodium, qui sont plus légers; ils sont susceptibles de se combiner avec l'oxygène pour former des oxydes et quelques-uns des acides. Le nombre des métaux connus jusqu'à présent se porte à 49; ce sont :

L'antimoine.	L'iridium.
L'arsenic.	Le lanthane.
L'argent.	Le lithium.
L'aluminium.	Le magnésium.
Le barium.	Le manganèse.
Le bismuth.	Le mercure.
Le cadmium.	Le molybdène.
Le cérium.	Le nickel.
Le chrome.	Le niobium.
Le cobalt.	L'osmium.
Le cuivre.	L'or.
Le calcium.	Le plomb.
Le didymium.	Le platine.
L'erbium.	Le palladium.
L'étain.	Le potassium.
Le fer.	Le rhodium.
Le glucinium.	Le ruthenium.
L'ilmenium.	Le silicium.

Le sodium.	Le tellure.
Le strontium.	Le titane.
Le sélénium.	L'urane.
Le tantale.	Le vanadium.
Le terbium.	L'yttrium.
Le thorium.	Le zinc.
Le tungstène.	Le zirconium.

L'union des métaux, par la fusion, porte le nom d'*alliage*, à moins que ce ne soit avec le mercure. Dans ce cas, cette combinaison reçoit celui d'*amalgame*.

EXPÉRIENCE. — *Effets curieux d'un amalgame de potassium et de mercure.*

Placez un globule de mercure de la grosseur d'un pois sur une feuille de papier, et approchez-en un semblable globule de potassium; dès qu'ils seront en contact, il se dégagera du calorique, l'amalgame aura lieu et sera en un moment solidifié. Si vous jetez cet amalgame dans une soucoupe contenant de l'eau, le phénomène suivant a lieu : le potassium, en abandonnant le mercure, qui va au fond de l'eau, se porte, à raison de la grande affinité qu'il a pour l'oxygène, sur ce liquide, le décompose, passe à l'état de deutoxyde, tandis que l'hydrogène, devenu libre, se dégage avec une sorte de sifflement. Si l'on plonge dans cette eau un papier de tournesol rougi par un acide, il reprend sa couleur bleue aussitôt, ce qui indique la présence de la potasse dans la liqueur.

EXPÉRIENCE. — *Amalgame pour les coussins électriques, pour vernir les figures de plâtre et argenter les globes de verre.*

Pour les coussins électriques. — Faites fondre quatre parties de zinc et deux d'étain, et versez-les dans un creuset froid dans lequel vous en aurez mis cinq de mercure.

Pour vernir les figures de plâtre. — Faites fondre dans un creuset parties égales d'étain, de bismuth et de mercure, en ne mettant ce dernier métal que lorsque les deux autres seront en fusion, et remuez bien l'alliage. Quand on veut s'en servir, on le réduit en poudre et on le mêle avec des blancs d'œufs.

Pour argenter les globes de verre. — Faites fondre ensemble, dans une cuillère de fer, deux parties de mercure et une de bismuth, d'étain et de plomb, et remuez fortement. Quand on veut étamer un globe de verre, on le fait

bien sécher et on y introduit cet alliage, que l'on agite en divers sens jusqu'à ce que toute la surface interne en soit recouverte.

EXPÉRIENCE. — *Végétations métalliques propres à former un tableau.*

Mettez sur une plaque de verre un peu de limaille de cuivre et de fer, en les plaçant à quelque distance les unes des autres, et versez sur chacune quelques gouttes de nitrate d'argent, il en résultera une précipitation métallique régulière. Réunissez alors ces précipitations au moyen d'une baguette de bois, en leur donnant la dispositien que l'on désire, et, pour faciliter cette réunion, exposez le dessous de cette plaque à la flamme d'une bougie, qui opère l'évaporation du liquide, noircit la surface du verre, tandis que la couleur de la végétation de l'argent forme sur ce fond noir un joli tableau.

EXPÉRIENCE. — *Végétation mercurielle.*

Ce procédé consiste à faire évaporer une dissolution de mercure jusqu'à ce que la plus grande partie de ce métal se soit précipitée en poudre blanche; enlevez le vase du feu, et, après y avoir ajouté du mercure, agitez bien la fiole en l'inclinant de tous côtés, afin que cette poudre blanche ne reste point tout au fond. Cela fait, bouchez ou couvrez simplement cette fiole avec du papier, et laissez-la dans un lieu froid pendant environ deux mois; au bout de ce temps, on trouve une fort jolie végétation. Tantôt ce sont des espèces d'arbrisseaux blancs et verts; d'autre fois ils sont blancs, et offrent à leurs sommités des petits boutons, et même des renflements imitant des fruits qui sont très-brillants : il doivent cet éclat au mercure non oxydé.

EXPÉRIENCE. — *Végétation de l'or et de l'argent.*

Amalgamez 61 grammes d'argent ou d'or fin avec 611 grammes de mercure; broyez et lavez cinq à six fois cet amalgame dans de l'eau pure, faites-le sécher et distillez-le dans une cornue de verre, sur un bain de sable, à une température si peu élevée que cette distillation dure environ deux jours; après ce temps, poussez le feu de manière à vaporiser le restant du mercure. L'appareil étant refroidi, on trouvera dans la cornue une masse surmontée de petits arbrisseaux d'or ou d'argent de différentes hauteurs, et affectant des formes différentes : on les sépare de la masse, et, après les avoir fait rougir au feu, on les conserve.

EXPÉRIENCE. — *Caméléon minéral.*

Nous devons à Scheele un composé connu sous le nom de *caméléon minéral*, que l'on prépare en prenant trois parties de nitrate de potasse et une de deutoxyde de manganèse; le tout en poudre très-fine, les mêlant et les exposant à une chaleur rouge pendant un bon quart-d'heure dans un creuset ouvert. Le composé obtenu offre les phénomènes suivants :

Effet du caméléon minéral. — Mettez dans deux verres quelques centigrammes de cette préparation en faisant en sorte que la dose soit moindre dans l'un des deux; versez ensuite de l'eau froide dans l'un des deux verres, et vous observerez les effets suivants : la liqueur deviendra d'abord verte, et passera rapidement au pourpre, et insensiblement au rouge,

En versant de l'eau chaude dans l'autre, l'on obtient une couleur violette qui prendra aussitôt celle cramoisi. La couleur sera d'autant plus intense que l'on aura opéré sur une plus grande quantité d'oxyde; ainsi :

1° 53 centigrammes dans un demi-litre d'eau froide donnant une belle couleur verte qui passe rapidement au pourpre foncé et au rouge ;

2° Si vous n'employez qu'un peu de caméléon pour 122 grammes d'eau, la couleur sera d'un vert foncé ; par une plus grande quantité de liquide, elle deviendra rose et se décolorera au bout de quelques heures, en donnant un précipité jaunâtre;

3° L'acide nitrique convertit ces couleurs verte et pourpre en rouge;

4° Lorsque le passage de la couleur verte à la couleur rouge a lieu lentement, il est facile de distinguer les autres couleurs que la liqueur prend successivement dans l'ordre suivant : verte, bleue, violette, indigo, pourpre et rouge ;

5° L'eau froide ajoutée au caméléon détermine ces changements de couleurs; il en est de même de l'acide carbonique, du carbonate de potasse, du sous-carbonate d'ammoniaque et de l'eau chaude, dont les effets sont beaucoup plus marqués que ceux de l'eau froide.

L'explication des réactions qui s'opèrent a fixé l'attention de MM. Chevreul, Chevillot et Edwards; les bornes de ce ouvrage ne nous permettent pas de retracer les théories qu'ils en ont données. Nous nous bornerons à dire que cette matière colorante paraît reconnaître pour cause divers degrés d'oxydation du manganèse et son union avec la potasse, d

manière que, suivant MM. Chevillot et Edwards, dans les combinaisons où il entre le moins de manganèse et le plus de potasse, la couleur est verte, et exige le plus de temps pour acquérir les autres nuances, tandis que, plus les proportions de l'oxyde de manganèse augmentent, plus la couleur verte est intense, et plus vite elle acquiert successivement les autres.

EXPÉRIENCE. — *Métal qui projette du feu en le limant.*

Mettez peu à peu deux parties de limaille de fer dans une d'antimoine en fusion; remuez afin de faciliter leur alliage, et laissez refroidir. Si vous limez ce nouveau métal avec une grosse lime et que vous le pressiez fortement, il s'en dégage des étincelles scintillantes qui répandent une lumière blanche, ainsi que des étincelles rouges non scintillantes.

Dans cette expérience, on a deux métaux, l'un (l'antimoine) qui est très-cassant et se fond à une élévation de température peu élevée; l'autre (le fer) qui communique au premier assez de dureté pour qu'il faille un choc violent pour l'entamer. Or, dans ce cas, la lime fait sur cet alliage le même effet que le briquet sur l'acier, et, comme l'antimoine est très-fusible et très-combustible, la somme du calorique dégagé est suffisante pour l'enflammer.

Nous ne sommes pas éloignés de croire que les particules qui donnent une flamme blanche sont celles qui ont été produites lorsque le frottement de la lime a été plus fort, et le rouge quand il a été plus faible.

Combustion curieuse du zinc.

Sementini a découvert dans le zinc une propriété curieuse. Lorsque ce métal est fondu à une chaleur rouge, si l'on retire le creuset du feu, sa combustion continue aussi longtemps qu'il reste quelque portion de métal, pourvu qu'on l'agite continuellement et qu'on enlève l'oxygène à mesure qu'il se forme. Il est curieux de voir, quand on agit sur de grandes masses, cette combustion se continuer pendant longtemps sans addition d'aucune chaleur que celle qui est développée par le métal lui-même. L'oxyde gris qu'on obtient a des propriétés différentes de l'oxyde ordinaire. Ainsi, son poids pé ifiqueest lus grand; il n'absorbe plus l'acide carbonique de l'atmosphère, etc.

EXPÉRIENCE. — *Volcan microchimique.*

Mêlez ensemble deux parties de nitrate de zinc et une partie de sous-acétate de cobalt; introduisez ce mélange dans

un matras à col court, ou dans une cuiller de platine, exposez-le à la flamme de l'esprit-de-vin; aussitôt il se fon prend une couleur rose, ensuite pourpre, puis bleue, s'e flamme, détonne et projette une matière verte et sèch roulée comme des feuilles de thé; c'est ce qu'on nomme *ve de Rinnam.*

RÉCRÉATION 113. — *Faire nager les aiguilles sur l'eau.*

Posez légèrement de petites aiguilles à coudre sur la su face d'un verre plein d'eau, elles surnageront ce fluide. Si l'c fait cette expérience avec deux aiguilles et qu'on les met dans une direction oblique, et à une distance de 6 à 7 mill mètres, celle dont l'extrémité se tourne vis-à-vis le milie de l'autre s'en approche avec rapidité, la touche, fait u mouvement de rotation autour du point de contact, et, lor qu'elles se sont unies parallèlement, elles glissent l'une cont l'autre jusqu'à ce que les deux extrémités de la plus cour soient dépassées par les deux de la plus longue.

La plupart des physiciens pensent que les aiguilles ne su nagent l'eau que parce qu'elles se mouillent difficilement parce qu'ils croient que le volume de la dépression, joint celui du corps, finit par rendre le poids spécifique de leu ensemble moins fort que celui du volume de liquide déplac Ce qu'il y a de certain, c'est que cette expérience ne réuss qu'avec des aiguilles bien sèches; pour peu qu'elles soie mouillées, elles tombent aussitôt au fond du vase. Quant a rapprochement des aiguilles, il doit être attribué à l'influenc de pressions extérieures.

EXPÉRIENCE. — *Rupture des barres de fer en hiver sans le toucher.*

Dans les gros hivers, lors des fortes gelées, on voit quelque fois les barres de fer des grilles se rompre tout-à-coup. O doit en attribuer la cause au retrait qu'elles prennent. E effet, si on les a placées en été pendant les fortes chaleurs, e qu'on ait eu soin de les assujettir très-solidement dans le murailles par les deux extrémités, il en résulte que, se con tractant par le froid, et les murailles ne cédant point à l'ef fort que les molécules métalliques font pour se rapprocher ces molécules réagissent sur elles et finissent par se désunir

Par un effet contraire, lorsque ces mêmes barres ont ét placées pendant les grands froids, elles se dilatent lors de grandes chaleurs et se courbent.

Pour éviter ces inconvénients, on ne doit bien sceller qu'un extrémité et laisser un peu de jeu à l'autre.

TABLEAU DES DEGRÉS DE TEMPÉRATURE AUXQUELS FONDENT LES DIFFÉRENTS MÉTAUX.

Thermomètre centigrade.		Pyromètre de Wedgwood.	
Mercure. .	— 39	Argent.	22
Potassium.	+ 38	Cuivre.	27
Sodium. . .	+ 90	Or.	32
Arsenic.. .	*indét.*	Cobalt	130
Sélénium..	+ 100	Fer.	130
Etain. . . .	+ 210	Nickel	160
Bismuth. .	+ 258	Manganèse.	160
Plomb. . .	+ 260	Platine, chrome.	163
Tellure. . .	+ 300	Palladium, molybdène. . . .	165
Zinc. . . .	+ 370	Urane, titane.	168
Barium. . .	+ 371	Tantale, tungstène	170
Antimoine.	+ 39	Rhodium et iridium.	180

EXPÉRIENCE. — *Combustion des métaux dans l'oxygène.*

1° Si l'on introduit un peu de potassium sous une cloche pleine de gaz oxygène, et qu'on le chauffe au moyen d'une lentille, un peu au-dessous de la chaleur rouge, il s'enflamme, brûle avec une vive lumière et se convertit en oxyde de potassium ou potasse.

2° Le sodium, chauffé dans une cuiller de fer et plongé dans ce gaz, y éprouve les mêmes effets.

3° Mettez dans une cuiller de platine un fragment de zinc ou d'arsenic, à côté duquel vous placerez un morceau de phosphore allumé; plongez ensuite la cuiller dans une cloche remplie de gaz oxygène, la combustion se communiquera aussitôt au métal, qui brûlera avec une vive lumière. Si l'on a opéré sur du zinc, on a pour résultat un oxyde de zinc; si l'on a opéré sur de l'arsenic, l'on obtient de l'acide arsenique.

4° Si l'on fait chauffer des grenailles d'étain et qu'on les plonge dans un ballon plein de gaz oxygène, ce métal brûlera avec une flamme blanche en laissant dégager beaucoup de lumière, et passera à l'état de deutoxyde.

EXPÉRIENCE. — *Combustion brillante du platine par la vapeur du camphre.*

Placez dans une capsule des fragments de camphre, et mettez au-dessus un fil de platine chaud, il éprouvera soudain une combustion très brillante, avec émission de lumière par intervalles; cette combustion continuera tant qu'il y aura du camphre dans la capsule.

EXPÉRIENCE. — *Combustion du potassium et du sodium par la compression.*

Comprimez, avec la pointe d'un couteau, un morceau de phosphore et un globule de potassium ou de sodium, et vous déterminerez une vive combustion aux dépens de l'oxygène de l'air. Le nouveau produit sera un phosphate de potasse ou de soude, suivant que vous aurez employé le potassium ou le sodium.

EXPÉRIENCE. — *Sur les effets de quelques combinaisons ou alliages métalliques.*

Cuivre et soufre. — Faites fondre 30 grammes du premier avec 11 grammes du dernier, il y aura explosion ; le cuivre prendra une couleur rouge de feu ; si l'on retire le creuset, l'on voit ce contenu briller d'une belle lumière qu'il conserve longtemps.

Platine et étain. — Parties égales en volume, fondues ensemble et retirées du feu, produisent également, longtemps après, une belle lumière. Il en est de même du platine et de l'antimoine.

Platine et zinc. — Ces deux métaux, exposés à une température très-élevée, font explosion en se combinant, et donnent lieu à une combustion très-brillante.

Soufre et potassium. — Si l'on chauffe dans un creuset du soufre avec du potassium, ils donnent lieu à une violente explosion et à la formation d'un sulfure de potasse.

EXPÉRIENCE. — *Effet curieux du potassium sur le nitrate de baryte.*

Si l'on fait chauffer un globule de ce métal avec du nitrate de baryte, la décomposition et l'inflammation sont telles qu'il arrive le plus souvent que le mélange est projeté hors du tube, et que celui-ci est brisé.

On obtient, à peu de chose près, le même résultat en substituant au nitrate de baryte le chlorate de potasse.

EXPÉRIENCE. — *Action du potassium sur divers oxydes métalliques.*

Le potassium, chauffé avec les oxydes métalliques, produit les effets suivants :

Avec l'oxyde volatil d'antimoine.	. Inflammation	moins vive.
— — d'argent.	—	très-vive.
— — blanc d'arsenic. . . .	—	vive.

Avec l'oxyde d'antimoine (peroxyde).		Inflammation	vive.
— — de bismuth.		—	très-vive.
— — noir de cobalt. . . .		—	vive.
— — de cuivre jaune et brun.		—	vive.
— — d'étain (potée). . . .		—	faible.
— — de fer rouge. . . .		—	très-faible.
— — de manganèse. . . .		—	vive.
— — de plomb gris et jaune.		—	très-vive.
— — de nickel.		—	faible.
Avec l'arséniate de cobalt. . . .		—	vive.
— le chromate de plomb. . . .		—	très-vive

EXPÉRIENCE. — *Faire sauter un pain en cuisant dans un four.*

Au moment d'enfourner le pain, placez dans la pâte une coquille de noix remplie d'un mélange de mercure, de soufre vif et de salpêtre, et recouvrez-le de manière à ce qu'il ne puisse pas en sortir; dès que le pain commencera à se cuire, on le verra sauter dans le four. C'est par le moyen du mercure placé dans un pot ou l'on fait cuire des pois, qu'on les fait sauter hors du vase aussitôt que l'eau entre en ébullition; il en est de même des pommes que l'on fait sauter sur une table en les faisant cuire, après avoir introduit du mercure au centre. Il est probable que les effets sont dus à la dilatation et à la gazéification de ce métal.

EXPÉRIENCE. — *Faire acquérir à un globule d'or, de la grosseur d'une épingle, une longueur d'environ* 15 *kilomètres* 59 (4 *lieues*).

Prenez un lingot d'argent pesant 19 grammes, dorez-le avec un morceau d'or comme la tête d'une épingle ordinaire, passez-le à la filière et tirez-le en un fil très-fin et aplati qui aura 6,000 mètres environ de longueur sur 1/4 de millimètre de large. Ce fil étant doré sur ses deux faces, il est évident qu'en les supposant placées au bout l'une de l'autre, leur longueur sera alors double, c'est-à-dire égale à 12,000 mètres. Mais, comme ce fil est susceptible d'être divisé en quatre sur sa largeur, il en résulte qu'il doit y avoir 768 millions de parties visibles dans ces cinq centigrades d'or. Dans ce calcul, nous n'avons fait aucune mention des faces latérales, qui étant dorées, donnent 12,000 mètres de longueur, dont chacun est susceptible d'être divisé en seize, ce qui produit 192 millions de particules visibles, qui, ajoutées aux précé-

dentes, donnent pour total 960 millions de parties dorées que l'œil peut distinguer.

EXPÉRIENCE. — *Couleur bleue qui disparaît par défaut d'air, et qui reparaît en débouchant le flacon.*

Prenez 30 grammes d'ammoniaque; exposez ce liquide à l'air dans un verre pendant environ un quart-d'heure; introduisez-le ensuite dans un flacon avec 1 gram. 3/10 de limaille de cuivre rouge, et vous verrez la liqueur prendre peu à peu une belle couleur bleue; décantez alors dans un autre flacon, afin de séparer cette liqueur du cuivre, et bouchez-le bien. Si on examine au bout de quelques jours, on trouvera que cette couleur a totalement disparu; mais, si l'on tient le flacon débouché un moment, et qu'on le ferme ensuite, la couleur bleue reparaît à la surface de la liqueur, et successivement dans les autres couches, en acquérant la même intensité qu'elle avait auparavant. Au bout de quelques jours, elle se décolore de nouveau, et on peut lui rendre sa couleur par le même moyen. On peut répéter cette expérience, avec la même liqueur, un grand nombre de fois. Lorsqu'on fait cette première opération, il faut avoir soin que l'alcali volatil n'ait pas trop dissous l'oxyde de cuivre; car, s'il était trop coloré, cette intensité de couleur ne pourrait pas disparaître par le défaut d'air.

Moyen de donner aux métaux les couleurs du prisme.

Ces moyens, dus à M. Laluel-Puissant, qui a obtenu un brevet d'invention, consistent à décomposer la lumière à l'aide des lignes parallèles que l'on tire sur la surface du métal que l'on veut décorer. Plus ces lignes sont fines et rapprochées, mieux l'effet est rendu. Il trace sur une surface d'acier poli et dur, ou sur tout autre métal, de 500 à 10,000 de ces lignes, dans un espace de 27 millimètres soit avec un diamant, soit avec une pointe très-dure. Ces mêmes lignes, ainsi tracées sur l'acier dur et poli, peuvent se transmettre, par pression, à d'autres substances métalliques, sur lesquelles elles produisent les mêmes couleurs prismatiques.

On parvient de cette manière à orner les métaux et à les présenter sous divers aspects, suivant l'intelligence de l'ouvrier.

SECTION VIII.

DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

Atmosphère. — Tel est le nom consacré à cette masse gazeuse formée de tous les corps susceptibles de rester à l'état de gaz au degré de température et de pression sous lequel nous vivons, tandis qu'on a donné celui d'*air atmosphérique* au fluide élastique qui, abstraction faite de toutes les exhalaisons, les vapeurs, etc., qu'il contient, enveloppe de toutes parts le globe terrestre, s'élève à une hauteur inconnue, pénètre dans les abîmes les plus profonds, fait partie de tous les corps et adhère à leur surface. Les anciens philosophes, tels qu'Aristote, Empedocle, etc., le regardaient comme un élément. Les chimistes modernes ont trouvé qu'il était composé de deux gaz connus sous les noms de *gaz oxygène* ou *air vital*, et d'*azote* ou *privatif de la vie*.

Le premier entre dans ce mélange pour 0,21; il est le seul propre à la combustion et à la respiration : le second, pour 0,79; il est impropre à l'une et à l'autre. L'air est doué d'un grand nombre de propriétés physiques.

Pesanteur de l'atmosphère. — L'épaisseur de la couche d'air atmosphérique qui environne la terre ne saurait être exactement déterminée, puisque sa densité varie suivant son élévation. On l'évalue cependant de 58 kilomètres, 47 à 66 kilomètres 26 (1); le poids de cette couche d'air équivaut à celui d'une colonne d'eau de 10 mètres 35 centimètres, ou d'une de mercure de 758 millimètres. Or, comme le poids de 34 décimètres d'eau est égal à 34 kilogrammes, on n'a qu'à multiplier 34 par 10 mètres 35 centimètres, et on obtiendra 351 kilog. 90 pour le poids d'une colonne d'eau de 3 mètres 27 décimètres carrés. En multipliant ensuite la surface de la terre, évaluée à 1,901,785,840,000,000 mètres carrés par 351,90, on aura pour produit 5,792,384,370,960,000,000 kilog., qui est la valeur approchante du poids avec lequel l'air comprime la masse des corps terrestres. Il est aisé de voir que nous serions écrasés par un tel poids, si les couches latérales et inférieures ne jouissaient pas d'une égale pression, qui sert d'équilibre à la supérieure, comme l'eau

(1) Il est impossible de déterminer la hauteur absolue de l'atmosphère, puisque la densité de l'air étant en raison inverse de sa masse, il doit en résulter qu'à l'extrémité des régions supérieures l'air doit être raréfié à l'infini et occuper par conséquent un espace immense.

de mer, des fleuves et des rivières nous en offre un exemple. Nous donnerons plusieurs preuves de la force compressive de l'air.

Etendue limitée de l'atmosphère.

M. Graham pense qu'il n'est pas nécessaire de supposer, avec M. Wollaston, que l'atmosphère cesse là où la molécule gazeuse contre-balance, par son poids, la répulsion des molécules inférieures. Il croit que la limite de l'atmosphère est déterminée par le froid. L'air passe alors de l'état gazeux à l'état solide, et voilà la cause des aurores boréales; en effet, l'air, par cette condensation, dégage de la lumière; aux régions polaires, l'atmosphère est plus froide et moins élevée que partout ailleurs, et les molécules de l'air voisin s'y précipitent et s'y condensent en produisant ces jets de lumière boréale.

Pression que l'air exerce sur notre corps.

Nous avons déjà dit que la pression de l'atmosphère sur les corps terrestres était égale à une colonne d'eau de 10 mètres et demi de hauteur, ou bien d'une colonne de mercure de 760 millimètres. D'après ce fait, constaté par des expériences nombreuses, une semblable pression a lieu sur notre corps de toutes parts; la moyenne de cette pression est évaluée à environ 10,325 kilogrammes. C'est à ce sujet que le célèbre Haüy a dit avec autant d'esprit que de raison : Voilà le poids dont étaient chargés les anciens philosophes qui niaient la pesanteur de l'air.

Il paraîtrait, au premier coup-d'œil, que notre corps devrait être écrasé sous un poids si énorme, et cependant nous n'en éprouvons aucun effet. Cela doit être ainsi; les couches supérieures, inférieures et latérales, se faisant équilibre, se supportent mutuellement, comme la couche d'eau dans les rivières où l'on peut plonger et avoir sur soi une colonne d'eau d'un grand nombre de décimètres, sans en éprouver le poids.

Corrections à faire au poids des corps.

Quand on veut connaître le poids des corps, on les pèse dans l'air; mais il est bien démontré qu'on obtient pas ainsi leur poids absolu. Nous en avons démontré la cause en parlant de la manière de constater leur poids spécifique. Pour corriger l'erreur, il faut ajouter, au poids du corps trouvé, celui d'un volume d'air égal à celui de ce même corps.

Ce qu'on doit entendre par atmosphère dans les arts.

D'après ce que nous avons exposé, une atmosphère indique un poids égal à une colonne d'eau de 10 mètres 33 centimètres ou de 10,325 kilogrammes; d'après cela, 2, 3, 4, 5 atmosphères, etc., indiquent que la pression est égale à 2 fois, 3 fois, 4 fois, 5 fois ce poids de 10,325 kilogrammes, représentant la colonne d'eau de 10 mètres 33 centimètres, ou, si l'on veut, d'une colonne de mercure de 760 millimètres.

Poids spécifique de l'air.

Un grand nombre de physiciens et de chimistes ont cherché à déterminer le poids spécifique de l'air; nous venons d'indiquer le moyen de le reconnaître; nous devons ajouter ici qu'un décimètre cube d'air à 11 degrés de la glace fondante, pèse 1 gramme 2936, c'est-à-dire environ 770 fois moins que l'eau, suivant MM. Arago et Biot; au reste, cette densité de l'air a été trouvée différente par divers auteurs; nous allons donner un exposé de ces rapports de la densité de l'air à celle de l'eau, d'après l'honorable M. Quetelet, directeur de l'Observatoire de Bruxelles.

Galilée avait trouvé. . . . . 1 est à	400
Volderus.	970
Homberg. . . . 1 est à 692 et 1 est à	832
Halley.	800
Hawskabée.	885
Muschembroëch.	684
Nollet.	900
Deluc.	760

On voit, par cet exposé, que Halley et Deluc se sont le plus rapprochés des résultats obtenus par Arago et Biot.

EXPÉRIENCE. — *Manière de peser l'air.*

On parvient à reconnaître le poids de l'air atmosphérique de la manière suivante : on prend un ballon de cinq litres de capacité, surmonté d'une virole de cuivre munie d'un robinet dont on a reconnu auparavant la contenance. On y opère le vide au moyen de la machine pneumatique, fig. 88, et on le pèse exactement; on ouvre alors le robinet, et on y introduit, au moyen d'un tube, de l'air qu'on a fait passer sur du chlorure de chaux, afin de le dépouiller de l'eau qu'il pourrait contenir; en le repesant, on trouve une différence de poids qui est celle de la quantité d'air qu'il contient.

L'expérience est moins exacte si l'on se contente de remplir ce ballon d'air non dépouillé d'eau.

Dans cette expérience, on devra tenir compte de la pression barométrique, parce que le volume de l'air est toujours en raison directe de cette pression. Par ce moyen, on trouve que le poids d'un litre d'air à 0, et sous une pression de 0,76, est de 1 gramme 2,991. On pèse les autres gaz de cette même manière, mais avec cette différence qu'après les avoir obtenus dans leur plus grand état de pureté, et en avoir rempli une cloche sur le mercure, on adapte au robinet de celle-ci celui du ballon, qui est ordinairement de près d'un litre; quand il est plein, on ferme le robinet du ballon et on le pèse. Ce moyen n'est pas applicable aux gaz qui agissent sur le mercure, tels que le chlore, etc.

De cette connaissance de la pesanteur de l'air, dérive celle de sa pression.

EXPÉRIENCE. — *Faire tomber une balle de liège aussi vite qu'une balle de plomb.*

On prend un tube d'environ deux mètres de longueur et de dix à douze centimètres de circonférence; il doit être fermé à l'une de ses extrémités, et porter à l'autre une virole en cuivre, armée d'un robinet et d'une vis. On y introduit la balle de liège et celle de plomb, et on l'adapte ensuite à la machine pneumatique. Après qu'on a fait exactement le vide, on ferme le robinet, et toutes les fois qu'on retourne le tube, les balles de liège et de plomb vont frapper en même temps l'extrémité inférieure.

Presque tous les corps de la nature sont doués de pesanteur, qui est, à proprement parler, une des propriétés de la matière, et c'est en vertu de cette même propriété qu'ils tendent à se réunir au centre commun; mais ils ont à vaincre des obstacles plus ou moins grands, et ceux qui sont suspendus dans l'air triomphent d'autant plus vite de la résistance que leur oppose ce fluide, qu'ils ont plus de densité; voilà pourquoi la chute des corps est d'autant plus accélérée qu'ils sont doués d'un plus grand poids spécifique. Mais, lorsqu'on supprime, par le vide, cette résistance que leur oppose l'air, dès-lors tout obstacle venant à cesser, ils doivent parcourir, quelle que soit leur densité respective, le même espace avec la même rapidité. C'est ce qui a lieu dans l'expérience précitée.

EXPÉRIENCE. — *Globe d'Otto-Guerik.*

Prenez deux hémisphères métalliques creux, d'environ

812 millimètres de diamètre, dont l'un garni d'un robinet; posez-les l'un sur l'autre, de manière à former un globe, et entourez la ligne de leur réunion d'un cuir gras, afin d'empêcher l'air extérieur de pénétrer dans l'intérieur; mettez-le ensuite sous le récipient de la machine pneumatique, et après avoir fait le vide, fermez le robinet et retirez cette sphère. En cet état, l'air pésera avec une telle force sur ces deux hémisphères que tous les efforts de seize chevaux seront insuffisants pour les désunir.

RÉCRÉATION 114. — *Remplir un verre d'eau et retourner l'orifice en dessous sans que l'eau tombe.*

On remplit un verre d'eau, en laissant 5 millimètres de vide ; on place au-dessous une feuille de papier, qui dépasse les bords de toutes parts de 27 millimètres; on applique le creux de la main droite dessus, et en pressant le fond du verre de la gauche contre la droite, on le retourne et on retire alors cette dernière main. Si l'expérience est bien faite, il ne doit pas tomber une seule goutte d'eau. On peut alors porter le verre renversé sur une table, et en retirer doucement le papier.

L'explication de ce phénomène est fort simple : il est dû à la pression que la couche d'air inférieure exerce sur le papier.

EXPÉRIENCE. — *Sondes pour les liquides, ou tâte-liqueurs.*

Plongez un tube de verre ou de métal dans un liquide, et bouchez ensuite avec le doigt l'orifice supérieur ; il en résultera qu'en interceptant ainsi le poids de la colonne supérieure de l'air sur le liquide contenu dans le tube, celui de la colonne inférieure agira sur lui et l'empêchera de sortir; mais, si vous retirez votre doigt, dès-lors la colonne supérieure se mettra en équilibre avec l'inférieure, et la liqueur tombera en vertu de sa pesanteur.

EXPÉRIENCE. — *Pression latérale de l'air.*

Si l'on perce une barrique de vin sur un côté, et que la partie supérieure soit hermétiquement fermée, le vin ne sortira point par cette ouverture ; mais, si l'on enlève le bouchon supérieur, dès-lors le vin, également comprimé par son propre poids et celui de la colonne d'air verticale, s'écoulera avec force.

RÉCRÉATION 115. — *Pistolet pneumatique.*

Prenez un vase de verre un peu grand, et ouvert des

deux côtés; couvrez un de ces côtés avec du parchemin mouillé, et faites-le vider au moyen de la machine pneumatique; crevez ensuite le parchemin d'un coup de poing ou de couteau, et vous entendrez une détonnation semblable à un coup de pistolet.

Ce phénomène est dû à l'air vertical qui se précipite avec force dans le vase, et en frappe les parois et le sol sur lequel il repose.

EXPÉRIENCE. — *Ascension de l'eau au moyen du vide.*

Nous avons déjà dit que l'air comprimait les corps avec une force égale à une colonne de 10 mètres 35 millimètres d'eau; sans cette pression, ce liquide s'élèverait dans les tubes à cette hauteur : c'est en effet ce qui a lieu au moyen des pompes. La connaissance de l'ascension de l'eau par le vide est très-ancienne; tout le monde a pu voir les enfants aspirer l'eau ou le vin au moyen d'une paille ou d'un roseau; dans ce cas, ils font le vide dans ces tubes végétaux, et l'ascension du liquide a lieu aussitôt.

Pipette.

C'est en vertu de cette propriété qu'on a construit des instruments nommés *pipettes*, qui servent à séparer un liquide d'un solide ou un liquide d'un autre liquide. Ces instruments se composent d'une boule A (fig. 67); à l'extrémité inférieure est un tube effilé B, et à la supérieure le tube C. Quand on veut soutirer une petite quantité de liquide, on y plonge le petit tube B, et on aspire par le tube C, dès-lors la liqueur monte dans la boule C.

Siphons.

C'est de 1690 que date la découverte du siphon, qui est due à Reiselius de Wurtemberg, d'où lui vint le nom de *siphon Wurtembergeois;* il fit un secret de sa construction; mais, presque en même temps, il fut deviné par Papin, Davies et Sturmius. Le siphon est, à proprement parler, un tube recourbé, dont un côté, plus court que l'autre, plonge dans la liqueur; on opère la succion au moyen de la bouche; par l'extrémité du côté le plus long, jusqu'à ce que la liqueur y soit parvenue; dès-lors elle coule tant qu'il y en a dans le vase.

Cet effet s'explique de la manière suivante : les colonnes d'air verticales et inférieures pesant et sur le liquide et sur l'intérieur du tube, le liquide ne peut point s'y élever; mais, dès qu'au moyen du vide il est parvenu à l'extrémité

du tube le plus long, il doit nécessairement couler, parce que le tube qui ne plonge pas dans la liqueur, étant plus long que l'autre, renferme précisément une colonne plus haute et plus pesante, qui, positivement, doit tomber et établir sa circulation dans le tube et son écoulement (*Voyez* fig. 68.)

EXPÉRIENCE.— *Siphon sans succion.*

Ce siphon ne diffère du précédent que par une boule A (fig. 69) qu'il porte au commencement de la courbure de la plus longue branche. On remplit cette dernière branche, ainsi que la boule, du liquide qu'on veut soutirer, et on bouche l'extrémité B avec un bouchon ou le doigt. On plonge dans la liqueur qu'on veut soutirer, la branche courte et vide C, et, dès qu'on débouche l'autre, on voit l'écoulement s'établir aussitôt.

Cet effet n'a rien d'extraordinaire ; au fur et à mesure que le liquide de la branche B descend, celui de la boule le remplace, et le vide qui s'opère dans la boule est rempli par l'air du tube C, dans lequel la liqueur s'élève et parvient dans cette même boule qui doit être assez grande pour qu'elle y arrive avant que la boule ne soit vide.

Ce siphon serait très-utile pour soutirer les barriques de vin, d'eau-de-vie et d'esprits, dont le soutirage n'est pas toujours sans danger pour les ouvriers, qui tombent quelquefois sans connaissance en l'opérant.

EXPÉRIENCE. — *Siphon intermittent* ou *vase de Tantale.*

Tel est le nom qu'on donne à un siphon placé dans un vase de manière que la branche la plus courte plonge en entier dans la liqueur, et que la plus longue en sorte par une ouverture pratiquée à la partie latérale du vase hermétiquement fermée. (*Voyez* fig. 70.) Pour faire jouer ce siphon, on verse de l'eau dans le vase ; ce liquide s'élève aussitôt dans la branche du siphon : du moment que son niveau se trouve au-dessus du point C, il exerce une pression telle sur celui de la branche A, qu'il le force à passer dans celle D, *a* ; et, si la quantité de liqueur qui recouvre le point C est suffisante pour remplir cette branche D, *a*, l'écoulement a lieu et continue jusqu'à ce que le niveau du liquide soit parvenu en A : alors il s'arrête, et recommence si l'on verse une nouvelle quantité d'eau jusqu'au-dessus du point C, etc.

Ce siphon ne fut d'abord qu'un objet de curiosité et d'amusement ; mais comme des découvertes, au premier coup-d'œil regardées comme inutiles, ont produit par la suite les

résultats les plus importants, de même ce siphon a été heureusement appliqué à l'hydrologie par M. Garipuy fils. Cet habile ingénieur en a placé un à la grande retenue d'eau du canal du Languedoc pour évacuer la surabondance des eaux, lorsque, par effet des pluies, elles s'élèvent au-dessus de leur niveau ordinaire.

EXPÉRIENCE. — *Siphon par pression de l'air.*

On adapte ce siphon à un vase surmonté d'un large goulot hermétiquement fermé par un bon bouchon de liège, lequel est percé de deux trous, l'un pour donner l'entrée au siphon, et l'autre au tube A (fig. 71). Cela fait, et le vase rempli au 5/6 d'eau, on y insuffle fortement de l'air par le tube A; cet air, exerçant une grande pression sur le liquide, le force à s'élever et à s'écouler par le siphon. Cet appareil peut être fort utile dans plusieurs expériences chimiques.

EXPÉRIENCE. — *Nouvelle trompe* ou *siphon à l'usage du commerce.*

Les négociants qui font le commerce en gros des vins, vinaigres et esprits, emploient, pour transvaser les liqueurs d'une barrique dans une autre, un gros siphon, connu sous le nom de *trompe*, qui est très-difficile à amorcer, attendu qu'étant obligés de faire le vide par la succion, la longueur et le diamètre de ces siphons forment une capacité trop grande pour que tous les ouvriers soient propres à en soutirer tout l'air, et par suite à les amorcer. Nous devons ajouter qu'il arrive souvent à ces mêmes ouvriers, qui amorcent pour soutirer les vins et les esprits, des accidents plus ou moins graves; quelques-uns mêmes, voulant faire le vide pour transvaser de l'alcool, tombent aussitôt dans un état d'asphyxie que l'on a vu quelquefois leur être fatal. C'est pour obvier à ce grave inconvénient que nous avons cherché à présenter au commerce un siphon ou trompe qui s'amorçât de lui-même. Celui de M. Bunten, que M. Payen a fait connaître dans le *Journal de Chimie médicale*, nous a fourni l'idée de celui que nous allons présenter; il n'en est qu'une modification.

La trompe que nous proposons se compose de deux tubes en cuivre, réunis à leur partie supérieure et décrivant un quart de cercle. Le tube doit être un peu plus long et être soudé à une boule dont la capacité doit être un peu plus grande que celle du tube. A la partie où les deux tubes sont en cercle se trouve un bouchon ou robinet en cuivre.

Lorsqu'on veut transvaser une barrique de vin ou d'eau-de-vie, etc., dans une autre, on ferme le robinet, et on rem-

plit la partie du siphon la plus longue en tournant les extrémités en l'air, et y versant la quantité nécessaire de la même liqueur. On bouche alors l'extrémité de ce tube avec un bouchon de liège et l'on place l'autre bout de ce tube de la pompe ou siphon A dans la barrique pleine. Cela fait, on ouvre le robinet après que l'on a tiré le bouchon de l'extrémité longue; il en résulte que l'écoulement du liquide s'établit par cette extrémité et continue jusqu'à la fin.

Explication.— Personne n'ignore que les liqueurs ne sont soutirées par les siphons que parce que le vide y ayant été opéré par la succion ou par tout autre moyen, la pression de l'air agissant toujours sur la liqueur contenue dans le vase et non dans l'intérieur du tube du siphon, il en résulte que le liquide doit s'élever dans le tube, et que, dès le moment qu'il s'écoule par l'extrémité la plus longue, cet écoulement doit continuer sans interruption. En effet, quoique l'air pèse alors sur cette extrémité avec la même force qu'il pèse sur la liqueur du vase, cependant, comme cette partie du siphon est plus longue et que la colonne du liquide y est plus forte que dans celle qui est dans le vase, il en résulte que cette différence de poids rompt l'équilibre de la pression atmosphérique. Cette explication est la même pour le nouveau siphon. Dès qu'on tire le bouchon de l'extrémité, il en résulte que la liqueur commençant à s'écouler, il se forme un vide; dès-lors, du moment que l'on ouvre le robinet, le vin de la barrique s'élève dans l'extrémité, tandis que l'écoulement continue par l'autre. Il est aisé de voir que la liqueur de cette extrémité est alimentée par la boule, qui, après avoir reçu celle de la partie du tube en cercle *a*, reçoit successivement l'air de la plus courte, bientôt après, la liqueur qui s'élève dans cette partie chassant ce même air et ayant dépassé le point du milieu du cercle, il doit s'ensuivre que la colonne de la branche longue étant beaucoup plus pesante que dans l'autre, il ne doit plus y avoir d'interruption dans l'élévation et l'écoulement du liquide. Cette trompe a la plus grande analogie avec le siphon représenté par la figure 69.

Siphon plongeur de M. Lebrun.

L'utilité des eaux gazeuzes étant généralement reconnue, elles sont ordonnées à bien des personnes qui en négligent l'usage à cause des inconvénients qui accompagnent le débouchage des bouteilles. Pour y remédier, M. Lebrun a confectionné un appareil très-simple, il consiste en un tuyau de métal de la longueur de 162 millimètres; l'extrémité inférieure est terminée en pointe et munie de six trous; un fil

métallique est adapté en hélice sur cette partie de la tige, de manière à ce que ce siphon puisse traverser le bouchon et s'y enfoncer jusqu'à la plaque; l'extrémité supérieure est terminée en tête de cygne; quand le siphon est mis en communication avec le liquide de la bouteille, il suffit de tourner le robinet pour que la pression que le gaz acide carbonique exerce sur lui l'élève dans le tube et en opère l'issue. En fermant ce robinet, on en arrête la sortie, et l'on peut conserver ainsi très-longtemps, en vidange, l'eau de Seltz, le vin de Champagne, de Limoux, de Condrieux, la bière mousseuse, etc.

RÉCRÉATION 116. — *Entonnoir magique*, ou *moyen propre à changer l'eau en vin.*

Cet appareil se compose d'un entonnoir à double paroi, dont la cavité intérieure n'est pas percée à son extrémité inférieure. Quand on veut s'en servir, on remplit l'espace *b*, *b*, *b*, *b*, qui se trouve entre ces parois, de vin qu'on y introduit par le tube A (fig. 72), On a soin de tenir bouché avec le pouce un petit trou pratiqué à la partie supérieure B; on retourne l'entonnoir, et quand on veut faire cette expérience on remplit devant le public la cavité intérieure d'eau un moment après, on lève le pouce de dessus l'ouverture, et le vin s'écoule aussitôt par le tube A, ce qui produit un effet surprenant sur les spectateurs. On peut, bouchant et rebouchant successivement ce trou, arrêter ou reproduire la sortie du vin. Il est aisé de voir que cet effet est produit par la pression latérale de l'air.

RÉCRÉATION 117. — *Fontaine intermittente.*

Les charlatans, soi-disant physiciens, qui parcourent les provinces, ne manquent pas d'exposer cet appareil à la curiosité du public. Cette fontaine se compose du vase A, B (fig. 73), qui est surmonté d'un rebord de 27 millimètres de hauteur et fermé par une cloison; à côté de cette cloison est une petite ouverture T; au milieu est adapté un tube C, D, qui s'élève jusque dans la boule, un peu au-dessus de *a*, *b*. Ce tube est entouré d'un support F, qui sert à soutenir cette boule, laquelle a quatre ouvertures *c*, *d*, *e*, *f*. Lorsqu'on veut faire usage de cet appareil, on remplit la sphère d'eau jusqu'au point *a*, *b*, par l'ouverture F, qu'on ferme ensuite. Aussitôt l'eau s'écoule par les tuyaux *c*, *d*, *e*, *f*, dans le premier bassin, d'où elle se rend dans le second par l'ouverture T. Mais, comme ce trou n'est pas assez grand pour évacuer toute l'eau que donnent les quatre tubes, il en résulte,

que le bassin supérieur venant à se remplir, l'échancrure C en est recouverte ; dès-lors le contact de l'air se trouvant intercepté, il ne peut plus peser sur l'eau de la boule, et l'écoulement s'arrête. Comme l'évacuation de l'eau par le trou T continue dès que l'échancrure se trouve à découvert, la fontaine coule de nouveau ; ainsi de suite.

EXPÉRIENCE. — *Du Baromètre.*

Nous avons déjà dit que la colonne d'air atmosphérique exerçait sur le globe terrestre une pression égale à celle d'une colonne d'eau de 10 mètres 35 ou de 758 millimètres de mercure. D'après ce principe, il est évident que, dans un corps de pompe ou dans un tube, l'eau et le mercure doivent se soutenir, l'une à la hauteur de 10 mètres 40, et l'autre à celle de 758 millimètres, à cause de l'équilibre du poids qui existe. Mais, si la couche d'air devient moins épaisse ou moins dense, il en résulte que la pression sur ces liquides étant moindre, ils doivent baisser. C'est sur ces principes qu'a été construit le baromètre.

Cet instrument consiste en un tube de verre bien calibré, d'environ 1 mètre de longueur, et fermé à l'une de ses extrémités. On le remplit par l'autre de mercure, on le bouche avec le doigt, et on le renverse sur une cuvette remplie de mercure, ou bien on recourbe ce tube de manière à former une branche qui s'élève à 81 millimètres de hauteur. Cela fait, le mercure descend dans le tube jusqu'à ce qu'il se soit mis en équilibre avec la pression qu'exerce l'air sur la cuvette ou sur l'ouverture de la branche courte. On divisait jadis ce tube en 763 millimètres, et la hauteur du mercure sur les bords de la mer était à 763 millimètres ; maintenant cette division est en millimètres, et cette hauteur, également sur les bords de la mer, est, terme moyen, 763 millimètres. Mais, lorsque le temps est à la pluie, comme l'air se trouve très-dilaté par l'eau qu'il tient en dissolution, il en résulte qu'il exerce une pression moindre, et que, par conséquent, le baromètre descend à un point fixe indiqué par le mot *Pluie*. Avant les tempêtes, il descend rapidement ; et pendant qu'elles ont lieu, il éprouve de grandes oscillations. Nous renvoyons aux divers ouvrages de physique pour les modifications qu'on a apportées à la construction de cet instrument. Les autres variations atmosphériques ont été ainsi examinées et notées sur l'échelle.

EXPÉRIENCE. — *Ma ère de mesurer la hauteur des montagnes par le baromètre.*

D'après tout ce que nous avons dit, il est bien évident que

plus on s'élèvera au-dessus du niveau de la mer, plus la couche atmosphérique deviendra moins épaisse et moins dense, et par conséquent moins elle pèsera sur les corps ; le baromètre devra donc descendre en raison directe du point d'élévation où l'on parviendra. Lorsqu'on veut mesurer la hauteur d'une montagne ou d'une ascension aérostatique, on se munit de deux bons baromètres pour objet de comparaison. On note soigneusement le point, le degré où ils sont au pied de la montagne ; lorsqu'on est parvenu au sommet, on examine celui où s'est arrêtée la colonne de mercure, et l'on juge, par les degrés d'abaissement, de la hauteur de la montagne. Ainsi, MM. Pascal et Perrier trouvèrent que, sur celle du Puy-de-Dôme, le baromètre qui, dans le jardin des Minimes, était à 737 millimètres, était descendu à 603 millimètres ; et, comme cette montagne a environ 975 mètres d'élévation, ils en conclurent que le mercure baissait d'environ 27 millimètres par 195 mètres. Nous devons faire observer qu'on ne peut mesurer qu'approximativement les hauteurs par le baromètre, parce qu'au fur et à mesure qu'on s'élève, la couche atmosphérique étant moins épaisse, l'air se trouve plus raréfié, et par conséquent plus léger, de sorte qu'on doit chercher à déterminer, par l'expérience de Mariotte, jusqu'à quel degré de dilatabilité sont portées les couches de l'atmosphère, et par conséquent quelle est leur hauteur réelle. Si cette densité était la même à toutes les hauteurs, la détermination de celle de l'atmosphère et de celle des montagnes serait des plus faciles à trouver. Il suffirait du calcul suivant : l'élévation de la colonne de mercure qui fait équilibre à l'atmosphère étant égale à 0,76, et ce métal étant environ 10,000 (1) plus pesant que l'air au point de densité où il est à la surface, il devait en résulter que l'atmosphère aurait une élévation de 7,600 mètres, et qu'à chaque 1/76 d'abaissement on aurait une hauteur de 100 mètres. Il est bon de faire observer que cette méthode peut être exacte, à peu de chose près, à de médiocres hauteurs, mais qu'elle est d'autant plus inexacte qu'on s'élève plus haut. Dans toutes ces expériences, il faut également avoir égard à la température atmosphérique, et réduire par le calcul la densité de l'air, ou sa raréfaction à celle où il se trouve à + 12°; car plus la température sera élevée, plus l'air sera raréfié et plus la colonne de mercure baissera.

C'est cette même pression de l'air qui retarde l'ébullition des liquides, et qui s'oppose à ce que la plupart ne soient constamment à l'état de gaz. Cela est d'autant plus vrai, que,

(1) A zéro, il est à 10,463.

placés sous le récipient de la machine pneumatique, aussitôt qu'on a fait le vide, ils se réduisent en vapeur. (*Voy.* Calorique.

EXPÉRIENCE. — *Nouveau baromètre différentiel de N. Auguste.*

Pour construire ce baromètre, on plonge dans un bain de mercure deux tubes de verre; l'un a son extrémité supérieure terminée en boule, laquelle, ainsi qu'une partie du tube, sont remplies d'air; l'autre est ouvert à ses deux extrémités. Il est évident que l'air extérieur ne peut presser sur le mercure que par ce second tube. On place entre eux une échelle destinée à mesurer la hauteur du mercure dans les deux tubes. Par ce moyen, on peut avoir la différence entre la pression extérieure et la pression de l'air contenu dans la boule. Comme cette dernière pression peut être déduite du volume primitif et de la température actuelle; que, de plus, on peut, de même que dans le baromètre de Fortin, dilater ou rétrécir le réservoir de manière à rendre constant le volume de l'air emprisonné, il est possible de conclure de tout cela la pression exacte de l'air extérieur, et notamment seulement la température et la hauteur du mercure dans le second tube. Il est facile de rendre cet instrument portatif et par conséquent plus commode en en réduisant la longueur.

Baromètre de M. Darlu.

Quatre règles plates en fer sont assemblées en forme de trapèze rectangle; ces règles sont percées pour recevoir les vis qui portent les colliers des tubes. La disposition la plus nouvelle de ce baromètre est celle du tube-cuvette qui s'applique horizontalement sur le côté du trapèze perpendiculairement aux bases. Les règles de fer sont prolongées au-delà de leur point d'assemblage, pour leurs extrémités être fixées sur un cadre de bois qui tend une toile vernie où les divisions sont tracées. La règle du côté supérieur est inclinée sous le même angle que le sommet coudé du tube barométrique qu'elle est destinée à soutenir. Ce tube est immergé par une tubulure dans le gros tube horizontal qui sert de cuvette. L'auteur a fait placer un thermomètre contre la tringle opposée à celle qui supporte le tube vertical, afin que cet appendice formât, pendant à la colonne de mercure, un équilibre. Le milieu du tableau est marqué par une grande aiguille stationnaire à marquer.

Les observations que M. Darlu a faites sur ce baromètre lui ont démontré qu'il réunit à une grande correction une sensibilité extrême, résultat obtenu par le plan incliné du

sommet de la colonne ascensionnelle. On pourrait ajuster sur les divisions métriques un curseur *nonius* qui permettrait à l'observateur de distinguer, à l'aide de la loupe, les variations instantanées de la pression atmosphérique.

Description d'un baromètre de Montagne, par M. Ch. Robinson.

La colonne de cet instrument peut se diviser en deux parties pour la sûreté et la commodité du transport. Cet instrument se compose d'un tube de verre de 487 millimètres de long, fermé par un bout et cimenté par l'autre extrémité dans un réservoir d'acier ayant 54 millimètres de longueur sur 27 millimètres de diamètre intérieur. Ce réservoir reçoit, par l'autre côté, une vis et une capsule cimentées à l'un des bouts d'un second tube à siphon. La grande branche de celui-ci n'a qu'un diamètre de 2 à 3 millimètres, et se réduit même vers le bas à 1 millimètre. La courte branche du siphon a le même diamètre que le premier tube. C'est, comme on voit, un baromètre à siphon de Gay-Lussac, ou mieux de Bunten, car, lorsque les deux moitiés ont été vissées l'une à l'autre, que la communication est établie et qu'on renverse l'instrumeut pour lui donner sa position naturelle, le mercure coule du réservoir dans le tube capillaire pour s'élever un peu ensuite dans l'autre branche du siphon. Alors le tube supérieur plongeant dans le mercure du réservoir, il est inutile de tenir compte de l'air que ce réservoir contient. C'est le cul-de-sac du baromètre de Bunten qui a reçu un perfectionnement utile.

Expérience. — *Partager une colonne de mercure par la pression latérale de l'air.*

On prend un tube de verre d'une longueur d'environ 975 millimètres et d'environ 17 millimètres de largeur; on le scelle hermétiquement à l'une de ses extrémités, et on y pratique une ouverture latérale vers le milieu, qu'on bouche au moyen d'un morceau de vessie mouillée. On remplit ce tube de mercure, on ferme l'extrémité inférieure avec le doigt, et on le renverse sur la cuve hydrargiro-pneumatique. Le mercure alors descend dans le tube, et reste stationnaire à une hauteur de 758 millimètres. Si l'on perce la vessie, au moyen d'une épingle, l'air s'introduit rapidement dans le tube, et, par sa pression latérale, partageant la colonne de mercure en deux portions, il exerce alors une pression verticale sur la portion inférieure qui est refoulée dans la cuve, tandis qu'exerçant une pression de bas en haut sur la

portion supérieure, celle-ci va frapper contre le sommet du tube.

Cette curieuse expérience suffit seule pour démontrer que l'air presse en tous sens sur les corps.

EXPÉRIENCE — *Faire mourir un oiseau* ou *éteindre une bougie sans les toucher.*

On place un oiseau ou bien une bougie allumée sous le récipient de la machine pneumatique, et l'on fait le vide; si c'est un animal, on aperçoit, à chaque coup de piston qu'il tombe sans sentiment; il revient à la vie si on lui rend l'air en ouvrant le robinet. Si c'est une bougie allumée, la flamme pâlit, diminue et s'éteint.

Cet effet est facile à expliquer, puisqu'on sait que l'homme, le végétal et l'animal, privés d'air, ne sauraient vivre, et qu'en général, il ne peut point non plus y avoir de combustion sans sa présence ou celle du gaz oxygène.

Compression et élasticité de l'air.

L'air est très-compressible.

On peut lui faire occuper un très-petit volume, soit par une forte pression, soit par une grande diminution de température; mais dès que l'une ou l'autre viennent à cesser, il reprend plus ou moins vite son premier état, suivant que ces causes cessent d'agir plus ou moins promptement. On peut, par la même raison et par l'action du calorique, augmenter prodigieusement le ressort de l'air.

Crève-vessie.

On attache à un cylindre de verre un morceau de vessie mouillée, de manière à ce qu'elle le ferme exactement. On place ensuite ce cylindre sur le plateau d'une machine pneumatique, et l'on fait le vide dans ce cylindre. On voit alors la vessie prendre une forme concave par la pression qu'exerce l'air sur elle, et qui finit par devenir telle qu'elle ne tarde pas à se crever avec explosion. Cette expérience est une de celles qui démontrent évidemment les effets de la pression atmosphérique.

Nouveau chalumeau, par M. DANGER.

Ce chalumeau se compose d'une vessie attachée par un tube de verre à un morceau de bois servant de pied, qui peut être fixé à une table, et qui porte un tube recourbé, pour diriger l'air sur la flamme, et un autre tube recourbé servant à insuffler l'air dans la vessie. L'appareil étant

adapté à une table, l'opérateur tient la vessie pleine entre ses genoux, et produit sur elle une pression convenable pour remplacer l'air qui est expulsé, il en insuffle de temps à autre une petite quantité.

Pour empêcher que l'air ne sorte par le tube d'insufflation, M. Danger y place une petite soupape faite avec un morceau de liège attaché à un fil de cuivre et qui intercepte la communication. On peut très-facilement, au moyen de cet appareil, façonner le verre de toutes les manières possibles.

EXPÉRIENCE. — *Briquet pneumatique.*

Cet instrument se compose d'un cylindre en verre ou en cuivre A (fig. 74), dans lequel entre hermétiquement le piston B, qui a à son extrémité inférieure une cavité C dans laquelle on place un morceau d'amadou. Quand on veut en faire usage, on frappe fortement, avec la paume de la main, sur le haut du piston, de manière à le faire entrer rapidement, et le plus avant possible, dans le tube; on l'on retire promptement, et l'amadou se trouve allumé.

Dans cette expérience, l'air, se trouvant fortement comprimé, abandonne une si grande quantité de calorique qu'elle est suffisante pour enflammer l'amadou.

RÉCRÉATION 118. — *Fusil à vent.*

Cette arme, dont l'effet est dû à la compression et à l'élasticité de l'air, est connue depuis longtemps.

Elle se compose d'une crosse métallique creuse, d'une grande solidité. Elle porte une soupape destinée à s'ouvrir de dehors en dedans. On visse sur la crosse et sur ce même point une pompe destinée à la charger d'air; après qu'on y en a injecté une quantité suffisante, on la démonte et on y substitue un canon de fusil construit de telle manière qu'il se joint parfaitement à la même vis.

Il est aisé de voir que l'air comprimé de la crosse presse sur ses parois et sur la soupape qu'il force à rester fermée. Dans la détente de ce fusil est un mécanisme propre à l'ouvrir; quand on veut s'en servir, on ouvre un moment la soupape, au moyen de cette même détente, et dès-lors l'air comprimé s'en échappe, et, cherchant à reprendre son élasticité, chasse avec force la balle et la projette très-loin. Plus on comprime d'air dans la crosse, plus on peut tirer de coups. Un habile ouvrier de Rouen, en a construit un qui en tire 80. Il est bon de faire observer qu'à chaque conp la quantité d'air qui en sort diminue la densité de la crosse et par conséquent sa tension, de manière que la distance à

laquelle sont lancés les projectiles est en raison inverse des coups de fusil qu'on a tirés. On construit de la même manière des pistolets à vent.

La théorie des armes à feu est également basée sur la dilatabilité qu'acquièrent les gaz que la combustion de la poudre produit.

RÉCRÉATION 119. — *Ludion* ou *Ondins.*

Tout le monde a pu voir, sur les boulevards de Paris, des malheureux exposer à la curiosité publique une petite figure descendant et montant à volonté dans un vase à pied en cristal (fig. 75) aux trois quarts rempli d'eau. Cette petite figure est en émail, elle porte sur la tête un globe en verre percé d'un petit trou; leur poids réuni est calculé de manière que, quoiqu'elle soit presque en équilibre dans l'eau, elle tende à se porter à la partie supérieure du vase que l'on couvre d'une peau de vessie. Lorsque l'on veut faire descendre la figure, on presse avec le pouce sur cette vessie; dès le moment qu'on le retire, la pression cesse et le *ludion* remonte.

Cette explication se rattache aux précédentes. Il est évident, en effet, qu'en pressant sur la vessie, on comprime l'air du vase, lequel agissant sur l'eau, que l'on sait être fort peu compressible, la force d'entrer dans la boule qui est placée sur la tête de la figure. Cette augmentation de poids rompt l'équilibre et la force à descendre. Mais si l'on cesse la compression, l'air reprend son ressort et ne pèse plus sur l'eau; dès-lors ce liquide est chassé de la boule par la force expansive que l'air contracte, et l'équilibre se trouvant rétabli, le *ludion* remonte.

RÉCRÉATION 120. — *Fontaine de compression.*

Cet appareil consiste en un flacon très-fort qu'on remplit d'eau jusqu'au point *a c* (fig. 76); à l'ouverture de ce vase est adapté un robinet dont la clef B traverse le tube c. Lorsqu'on veut faire jaillir l'eau, on adapte à la partie supérieure A de ce tube une pompe appropriée à cet usage; on y injecte de l'air, qui passe par le tube, traverse l'eau et se comprime à la partie supérieure de ce liquide. Lorsque la pompe n'agit que difficilement, on ferme le robinet, on enlève cette pompe et on y substitue la pièce D; si l'on ouvre alors le robinet, l'eau se porte rapidement sur cet ajustage et s'élance dans l'air sous forme de jet d'eau.

Autre fontaine par compression.

Cette fontaine se compose d'un vase *a b* (fig. 43, pl. IV),

et un seul tuyau au milieu *c d*. Ce tuyau doit être ouvert par ses deux extrémités *c d*; celle en *d* doit être éloignée du fond du vase. Ce tuyau doit être soudé vers l'orifice *a*, qu'il faut boucher de manière à ce que l'air n'y puisse pénétrer. Au-dessus de cet orifice *r*, le tuyau *c d* doit avoir un robinet *e* pour le fermer et l'ouvrir à volonté. On fait entrer dans le vase *a b*, avec une seringue, par l'ouverture *c*, autant d'air et d'eau qu'il est possible, en fermant promptement le robinet *e*, à mesure que l'on seringue, pour empêcher que l'air qui est très-comprimé dans le vase *a b* ne sorte. L'eau étant plus pesante que l'air se tient au fond du vase, et est fortement pressée par l'air, qui est aussi très-comprimé dans ce vase. Or, si l'on ouvre le tuyau *c d*, par le robinet *e*, l'air fait jaillir avec violence l'eau par l'ouverture *c*, laquelle formera un jet assez haut qui durera d'autant plus que l'ouverture *c* sera plus petite et que l'air dans le vase *a b* sera plus comprimé. L'effet sera plus plus certain encore si l'on fait chauffer un peu le vase.

Fontaine par attraction.

On ajuste dans le matras *ab* (fig. 145, pl. 4), deux tuyaux *cd*, *ce*, inclinés l'un à l'autre en forme de siphon et soudés ensemble vers leurs extrémités *c*, qui cependant doivent être ouvertes, aussi bien que les deux autres extrémités *d e* : il faut boucher le reste de l'orifice *b*, en sorte que l'air n'y puisse entrer d'aucune manière. Quand on veut mettre en jeu cet appareil, on le renverse pour le remplir d'eau entièrement, si l'on veut, ou seulement en partie par l'un des deux tuyaux *cd*, *ce*, dont le premier *cd* doit être plus mince et plus court que le second *c e* : tout étant ainsi disposé, on redresse l'appareil sur une table munie d'un trou par lequel passe le grand tuyau *ce*. L'on met ensuite au-dessus de l'autre tuyau *cd* un vase plein d'eau *d f*, de manière à ce que le tube *cd* en touche le fond, alors l'eau du matras *a b* s'écoulera par le tuyau *e e*, et quand elle aura coulé jusqu'à l'ouverture *c*, l'eau du vase *d f* montera par le petit tuyau *cd*, d'où elle sortira par cette ouverture *c* avec impétuosité, et formera un jet très-agréable dans l'intérieur du matras, qui durera d'autant plus qu'il y aura plus d'eau dans le vase *d f*. Il est inutile de dire que cette eau est ensuite évacuée en *e*.

Fontaine par raréfaction.

On prend un vase de cuivre A B (fig. 144, pl. 4), qui est séparé en deux parties. Celle d'en haut C D E doit être ou-

verte, et celle d'en bas G H fermée de toutes parts, excepté en I, où il doit y avoir un petit tube en forme d'entonnoir IL, avec un robinet M, pour verser par cet entonnoir, en ouvrant le robinet, autant d'eau qu'il en faut pour remplir en partie celle G H du vase A B. Au milieu de ce même vase on ajoute un tuyau H O, dont l'ouverture H d'en bas ne doit pas toucher au fond de ce vase, et l'autre ouverture O d'en haut, qu'il faut faire plus petite, doit sortir en dehors pour y insérer un globe de verre K N, par lequel et par le fond d'en haut du vase A B il doit passer un autre tube P Q, ouvert à ses deux extrémités, afin que l'eau qui monte du vase A B dans le globe K N par le tube H O, retombe par le tube P Q dans le vase A B, ce qui forme un jet continuel. Afin que l'eau du vase A B monte dans la sphère K N par le tube H O, il faut, après avoir fermé le robinet M, faire chauffer l'air et l'eau qui sont dans le vase A B, en mettant au-dessous, sur le plan R S, une grille couverte de charbons ardents, dont la chaleur raréfie l'air et fait monter l'eau dans le globe K N.

RÉCRÉATION 121. — *Fontaine de Héron.*

C'est sur le merveilleux de cette fontaine, que Rousseau, bien jeune encore, avait fondé ses espérances de fortune, ainsi qu'il le raconte dans ses *Confessions*. Elle se compose d'un vase divisé en trois cavités. (*Voyez* la coupe longitudinale, fig. 77.) La première A B C D constitue un bassin, la seconde C D E F forme un réservoir qu'on remplit d'eau jusqu'en *a b* par une petite ouverture que l'on a ménagée au diaphragme C, et qu'on bouche ensuite ; le tube *e d* qui se termine en cône pénètre jusqu'au fond de ce réservoir ; E F G H est une autre cavité fermée comme la précédente et remplie d'air, lequel communique avec celui de la seconde au moyen du tube *h i*, et avec la première par le tube *f g*.

Lorsqu'on veut mettre en action cette fontaine, on remplit d'eau le premier bassin ; elle passe par le tube *f g* dans le plus inférieur, et en chasse l'air qui se rend par le tube *h i* dans le second bassin, où il se trouve tellement comprimé avec celui qui surnage l'eau qui s'y trouve contenue, que ce liquide monte rapidement par le tube *e* et est projeté dans l'air en *d* sous forme d'un jet. On donne à cette fontaine diverses formes, mais qui se rattachent toutes au même principe, d'où dérive également la *lampe hydrostatique de Girard.*

EXPÉRIENCE. — *Liquéfaction de l'air.*

Perkins, dans un travail sur la compression de l'air par des forces considérables, au moyen d'un appareil semblable à celui de Oërsted, disposé pour les hautes pressions, et que nous avons décrit à l'article *Compression de l'eau*, a annoncé qu'à 1000 atmosphères, le mercure s'élevait aux 2/3 de la colonne, et qu'il se formait des gouttelettes liquides; et qu'à 1200 atmosphères, le mercure se soutint aux 3/4, et l'on vit sur ce métal un très-beau liquide transparent, dont la hauteur était d'environ 1/2000 partie de la colonne d'air.

Cette expérience de Perkins est très-curieuse; cependant, nous nous permettrons d'y ajouter quelques réflexions; le liquide qui surnage le mercure est-il véritablement de l'air comprimé? Nous ne le croyons pas. En effet, dans la composition de l'air, l'azote et l'oxygène ne sont que dans un simple état de mélange, tandis que leur liquéfaction annonce une combinaison qui s'est opérée par une forte compression, et qui a donné lieu à un liquide jusqu'à présent inconnu.

EXPÉRIENCE. — *Décomposition de l'air.*

Les chimistes modernes ont démontré que l'air était un mélange de 0,79 azote et 0,21 d'oxygène, plus environ, 0,01 d'acide carbonique. On opère la décomposition de l'air :

1° En calcinant pendant longtemps du mercure dans une quantité d'air donnée ; on obtient alors de l'azote pur et un oxyde rouge de mercure dont l'augmentation en poids est égale à celle de l'oxygène absorbé, et dont l'air se trouve dépouillé.

2° En plaçant du potassium dans une capsule légère qui surnage l'eau, et que l'on recouvre avec une cloche graduée, le potassium décompose l'air, en absorbe l'oxygène, passe à l'état de protoxyde, et l'eau, en s'élevant dans la cloche, indique la quantité d'oxygène absorbé.

3° On obtient les mêmes résultats en brûlant, sous une cloche semblable, du phosphore, en y plaçant quelques sulfures. Dans ces diverses expériences, c'est toujours l'oxygène de l'air qui est absorbé; or, la cloche se trouvant divisée en cent parties, le degré où s'élève l'eau indique les proportions d'oxygène contenues dans l'air.

On emploie à ce même usage des instruments connus sous le nom d'*eudiomètres*, ou appareils propres à l'analyse de l'air et des gaz.

EXPÉRIENCE. — *Eudiomètre à gaz hydrogène.*

Cet instrument se compose d'un tube de verre très-épais AB (fig. 78) : il est ouvert en B et fermé à la partie supérieure par un bouchon C qui est en fer, ou mieux en cuivre jaune ; il est surmonté d'une tige D, qui se termine par une boule en cuivre.

LL', fil de ce même métal, tourné en spirale, de la même longueur que le tube AB, et qui a, à sa partie supérieure, la boule L.

Les dimensions de cet eudiomètre sont de 0 mètre 22 de longueur, et l'épaisseur des parois du tube est égale à 0 mètre 005; s'il était moins épais, il arriverait souvent qu'il serait brisé lors de la détonnation.

Lorsqu'on veut analyser l'air, on remplit bien exactement d'eau le tube AB ; on le verse ensuite sur la cuve pneumo-chimique ; on fait passer successivement dans ce tube cent parties d'air et cent de gaz hydrogène ; on essuie ensuite avec un linge chaud la boule et la tige de cuivre D, et l'on introduit dans l'intérieur du tube AB le fil de cuivre LL', de façon que la boule L soit très-rapprochée du bouchon C. On tient plongée dans l'eau la partie inférieure du tube AB, qu'on a soin de boucher avec le doigt, sans cependant déranger le fil de cuivre. Toutes ces dispositions prises, on approche de la boule D celle d'une bouteille de Leyde chargée : aussitôt l'étincelle pénètre dans le tube, et le mélange des gaz s'enflamme avec explosion. On laisse alors monter l'eau dans le tube, et l'on juge, par l'espace qu'elle y occupe, le volume du mélange des gaz qui a disparu. On divise alors par trois la différence qui existe entre le résidu et le volume total du mélange ; le quotient indique la quantité exacte du gaz oxygène contenu dans l'air.

Dans cette expérience, l'hydrogène s'unit à l'oxygène de l'air aussitôt qu'il est frappé par l'étincelle électrique ; il y a production d'eau, et par conséquent une diminution dans le volume du mélange, égale à celle des deux gaz qui sont entrés dans cette composition, dans les proportions d'un volume d'oxygène sur deux d'hydrogène. Il est évident que le tiers du mélange qui a disparu est l'exacte proportion de l'oxygène de l'air. Le résidu est du gaz azote et du gaz hydrogène. Gay-Lussac a modifié avantageusement cet appareil.

Il est bon de faire observer que, lorsqu'on opère sur le mercure, le bouchon et la tige de l'eudiomètre doivent être en fer, parce que le mercure attaque le cuivre ; et, lorsque

l'on opère sur l'eau, ils doivent être en cuivre, parce que l'eau oxyde facilement le fer.

Eudiomètre de Volta.

A B, tube de verre très-épais, de 25 centimètres de longueur, sur 4 centimètres de diamètre (fig. 80).

C, pied de l'instrument en cuivre jaune, en forme d'entonnoir, auquel on a adapté la virole M.

D, est un robinet à tige creuse, se vissant à la virole M.

E, virole fixée au moyen du mastic à l'extrémité B du tube A B, et se fixant au robinet D.

C' D E' portion supérieure de l'eudiomètre, dont la composition est la même que celle de l'inférieure, avec cette différence que le bassin C' est moins évase que le pied C.

E F', petite tige en cuivre placée horizontalement et fixée à la virole E', laquelle est surmontée à la partie extérieure d'une boule F', et à une distance très-petite de la paroi interne de la virole E'. Cette tige, qui traverse le petit tube de verre H, recouvert à l'extérieur de résine pour former un isoloir, sert à porter l'étincelle électrique dans l'intérieur du tube A B.

G G G' G', conduits destinés à faire communiquer l'intérieur du tube A B avec l'extérieur, par le secours des robinets D D'.

Lorsqu'on veut s'en servir pour l'analyse de l'air, au moyen du gaz hydrogène, on ouvre les robinets D D' et l'on plonge verticalement l'instrument dans l'eau de la cuve pneumatique; on ferme alors le robinet inférieur, et on remplit l'eudiomètre et le bassin supérieur en versant de l'eau dans celui-ci; on ferme ensuite le robinet supérieur, l'on ouvre l'inférieur, et l'on place l'instrument sur la planchette, en prenant les précautions nécessaires afin qu'il ne s'introduise dans le tube aucune bulle d'air. Tout étant ainsi disposé, on introduit dans le tube A B les gaz qui ont déjà été mesurés dans le tube gradué A A (fig. 81); on referme alors le robinet inférieur; et, après avoir bien essuyé la boule et la tige F F', l'on fait passer l'étincelle électrique dans le tube comme dans l'eudiomètre précédent. On ouvre, après la détonnation, le robinet inférieur, afin que l'eau s'y introduise pour remplir le vide qui a été formé; il ne reste plus après cela qu'à mesurer le résidu gazeux.

On y parvient en remplissant d'eau le bassin supérieur C', ainsi que le tube gradué A A (fig. 82), qu'on visse par le point B à la partie supérieure du conduit G' G', et l'on ouvre le robinet supérieur D'; dès-lors le gaz monte dans le tube

AA; et, lorsqu'il n'en reste plus dans l'eudiomètre, on dévisse ce tube, on bouche l'orifice B avec le doigt, et on le plonge dans un vase rempli d'eau. En examinant alors ce tube, on juge, par le point de graduation ou l'eau s'élève, la quantité de gaz oxygène qui a été absorbée, et par suite, ses proportions dans le volume de l'air qu'on a examiné. S'il arrivait que le volume du gaz résidu que contient l'eudiomètre fût trop fort pour être introduit dans le tube gradué, on procéderait en deux fois, ce qui est facile à exécuter en fermant le robinet D' dès que le tube gradué AA en est rempli. Nous avons cru nécessaire de donner la description et les figures de ces deux eudiomètres, attendu qu'elles manquaient pour compléter le *Manuel de Physique, de l'Encyclopédie-Roret.*

Gay-Lussac a imaginé un eudiomètre très-utile et très-ingénieux, au moyen du deutoxyde d'azote; on peut en voir la description dans le *Traité de Chimie* de Thénard.

Dilatation de l'air.

L'air peut se dilater de trois manières : 1° par une diminution de pression; 2° en dissolvant de l'eau; 3° par l'action du calorique. Quoique ce dernier effet fût bien connu; cependant M. Dalton, en Angleterre, et Gay-Lussac, en France, ont reconnu que les gaz permanents et les vapeurs, la pression demeurant la même, se contractent et se dilatent également et constamment par une température égale. Suivant ce dernier physicien, la dilatation des gaz, depuis 0 jusqu'à 100, est, pour chaque degré thermométrique, de 0,375 de leur volume primitif à 0. Il a démontré, depuis, que cette dilatation était la même au-dessus et au-dessous de ces degrés.

EXPÉRIENCE. — *Grande expansion de l'air par cessation de pression.*

Si vous placez sous le récipient de la machine pneumatique une cloche pleine d'air, et que vous fassiez agir le piston de manière à ne laisser dans la cloche que quelques millièmes d'air, ils y existeront dans un tel état de raréfaction qu'ils en occuperont tout l'espace, sans cependant que leur pression soit égale à celle de l'atmosphère, qui sera telle que vous ne pourrez, d'aucune façon, enlever la cloche de dessus le plateau.

EXPÉRIENCE. — *Gonfler une vessie sans la toucher.*

Placez une vessie flasque et bien fermée sous la machine

pneumatique; à chaque coup de piston, elle s'enflera au point qu'elle finira par acquérir une grande dimension. Si l'on introduit de l'air sous le récipient, elle se désenfle de suite. Ce résultat tient à ce qu'en soutirant l'air on détruit la pression qu'il exerçait sur celui de la vessie, qui, n'étant plus comprimée, se dilate fortement; lorsqu'on rend l'air à la machine, la pression se renouvelle, et l'air de la vessie reprend sa densité.

EXPÉRIENCE. — *Aérostats par la dilatation de l'air.*

C'est d'après la connaissance de la dilatation de l'air par le calorique, que M. Montgolfier imagina les aérostats. Ils furent, dans le principe, un vaste globe ovoïde de papier, ayant une ouverture à la partie inférieure; à laquelle était fixée une nacelle contenant un fourneau dans lequel on brûlait des substances très-combustibles. La chaleur produite par cette combustion dilatait de plus en plus l'air contenu dans ce globe; et, dès le moment que cette raréfaction était telle qu'il avait acquis une grande légèreté, il s'élevait dans l'air avec la nacelle, et quelquefois avec l'intrépide aéronaute, qui ne craignait pas de s'exposer à ce périlleux voyage qui fut si fatal à *Pilastre de Rosier, Romain,* etc. Ces aérostats étaient très-défectueux, parce que, si le feu venait à s'éteindre par l'effet d'un manque de combustible ou de la pluie, ou bien, chose très-aisée, que le ballon se déchirât, on était perdu sans ressource. Charles sentit ces graves inconvénients, et y substitua la méthode suivante :

Aérostats à gaz hydrogène.

Ces ballons, au lieu d'être en papier, sont en taffetas, recouverts des deux côtés d'un vernis fait avec la gomme élastique et l'essence de térébenthine pure. Ils n'ont qu'une très-petite ouverture par où peut passer un tube qui sert à les remplir de gaz hydrogène, que l'on obtient ainsi que nous le dirons en parlant de la préparation des gaz. Quand le ballon est plein, on ferme cette ouverture, et, comme le gaz hydrogène est quinze fois plus léger que l'air, le ballon s'y élève rapidement, si on n'a pas soin de mettre dans la nacelle qu'il supporte une suffisante quantité de lest pour diminuer sa légèreté. Lorsque l'aéronaute veut s'élever de plus en plus, il jette du lest, et lorsqu'il veut descendre, il ouvre une soupape pour évacuer du gaz, de manière qu'il descend plus ou moins vite, suivant qu'il donne issue à une plus ou moins grande quantité de gaz. Peu intimidé par la mort de Pilastre de Rosier, l'on a vu de nos jours M. Gay-

Lussac aller recueillir de l'air à une hauteur de 7,000 mètres pour l'analyser.

Aérostat-baleine.

Nous allons donner la description de la figure 108 représentant le profil de cet aérostat-baleine de M. Verger.

a, corps de l'aérostat en taffetas gommé.

b, espèce de panier renversé.

c, roue mise en action par une manivelle, et imprimant le mouvement à deux ailes *d*, attachées à un axe *f*.

e, poids pour graviter ou descendre.

g, gouvernail qui se dirige au moyen du conducteur *i*,

Dans une expérience qui eut lieu à Bercy, le 14 janvier 1815, une baleine en peau de baudruche, semblable à celle que nous venons de décrire, qui était remplie de gaz hydrogène, et qui avait 3 mètres 90 centimètres de longueur, a volé d'abord dans une direction horizontale, puis ensuite circulairement; elle a porté une couronne à 150 pas du point de départ et a pivoté en revenant sur elle-même au moyen de son gouvernail, ou par l'interruption du mouvement d'une des deux ailes. Elle a gravité sans jeter de lest, et descendu sans perdre de gaz, à l'aide des poids qui la mettaient en équilibre. Plusieurs autres expériences ont été faites avec le même succès.

EXPÉRIENCE. — *Hydromètre à siphon servant à reconnaître la température du maximum de densité de l'eau.*

Cet appareil consiste en un tube ouvert par ses deux extrémités, et courbé de manière à former quatre branches parallèles, dont les deux orifices sont tournés dans le même sens vers le haut. Si l'on verse de l'eau par l'un de ces orifices, et en même temps un autre liquide par l'autre, il est évident que l'on emprisonnera une certaine quantité d'air dans les branches du milieu. Or, comme la hauteur des liquides dans les branches extrêmes est en raison inverse de leurs densités, on reconnaîtra l'une de celles-ci par l'autre.

Hydro-densimètre, ou *Siphon de* MEIKLER.

Cet instrument consiste en un tube de verre ouvert aux deux extrémités, courbé et formant une espèce de double siphon composé de quatre branches parallèles, de manière que les extrémités ouvertes se relèvent parallèlement. La manière de l'employer est très-simple. Fermez un des orifices avec le doigt ou avec un bouchon, et versez de l'eau dans l'autre. Ce liquide ne s'élèvera que dans la deuxième bran-

che, à cause de la résistance de l'air confiné à l'intérieur, Fermez alors le second orifice, débouchez le premier, et après avoir introduit dans le tube ouvert le liquide dont vous cherchez la pesanteur spécifique, ouvrez le tube qui contient l'eau. Alors, l'instrument étant tenu verticalement, les deux liquides exercerout une pression sur l'air confiné entre eux. Cette pression sera mesurée par la différence de hauteur des deux colonnes de liquide multipliée par le poids spécifique du liquide dont chacune d'elles se compose, de manière qu'en divisant la différence des deux colonnes d'eau par la différence des colonnes de l'autre liquide, on obtient le poids spécifique de ce dernier, celle de l'eau étant prise par unité. On mesure la différence de hauteur des deux colonnes avec une échelle à petite graduation, ou, ce qui est plus commode, on fixe l'instrument sur une planche graduée comme celle d'un thermomètre; plus les colonnes de liquide sont longues, plus l'expérience est exacte. Ni la dilatation du verre, ni son action capillaire, ni la dilatation de l'échelle, ne peuvent avoir d'influence sur l'exactitude des résultats : la température peut seule donner lieu à quelques corrections.

EXPÉRIENCE. — *Aéroscope, ou nouveau baromètre.*

On introduit dans un tube de verre, long de 270 millimètres et large de 18 millimètres, 61 grammes d'alcool, 8 grammes de nitrate de potasse et 2 grammes de chlorure d'ammoniaque pulvérisés. On bouche la partie supérieure avec une peau de vessie perforée; voici les effets produits par cette sorte de baromètre :

1° Par le beau temps, l'alcool est transparent et les substances solides restent au fond;

2° A l'approche de la pluie, quelques particules de ces substances circulent dans la liqueur, qui devient un peu trouble;

3° Lorsque l'on est menacé d'un orage, d'une tempête, ou d'un coup de vent, tout le précipité se porte à la partie supérieure de la liqueur, qui paraît être dans un état de fermentation. Ce qui est digne de remarque, c'est que ces phénomènes se présentent plus de vingt-quatre heures avant que la tempête ait lieu, et qu'on peut reconnaître de quel point de l'horizon elle s'élèvera par le simple examen des particules de ce précipité, qui se dirigent et s'agglomèrent sur les parois du tube opposées au côté d'où l'orage doit éclater.

On doit ce curieux instrument à M. Wrigt.

EXPÉRIENCE. — *Scaphandre de M. Daniel, pour se soutenir sur l'eau.*

Le corps de cette machine est à double fond; elle est en peau imperméable et assez vaste pour contenir tout le corps, elle est munie à l'extrémité supérieure de deux courroies destinées à la fixer au-dessus des épaules, et de deux ouvertures pour passer les bras. La partie inférieure a une courroie qui passe entre les cuisses, et sert à tenir la machine bien ajustée sur le corps, sans cependant qu'elle exerce une pression trop forte sous les bras. Une fois qu'on l'a ainsi déposée, on la gonfle en y soufflant de l'air au moyen d'une ouverture qu'on y a pratiquée et qu'on bouche avec du bouchon de liège pour l'y conserver. Cette machine suffit pour empêcher quatre personnes de s'enfoncer dans l'eau.

EXPÉRIENCE. — *Lits d'air comprimé, au lieu de plumes.*

On fait un matelas en toile gommée préparée, on y forme deux cloisons intérieures, de manière à diviser l'espace total en trois parties, que l'on remplit d'air au moyen d'un soufflet à soupape. Ces lits peuvent être très-commodes pour les armées et les navires, attendu qu'en donnant issue à l'air, ils occupent fort peu d'espace, et qu'il ne faut que peu de temps pour les remplir de nouveau de ce fluide élastique.

EXPÉRIENCE. — *Voiture par la pression de l'air.*

Le principe de cette invention repose sur le parti qu'on peut tirer de la pression de l'air atmosphérique produite par le vide formé au moyen d'une pompe mue par une machine à vapeur située à l'extrémité d'un grand tuyau, ou conduit cylindrique, dans lequel serait placé un chariot roulant sur un chemin de fer, muni d'un tirant ou planche circulaire qui fermerait le conduit, et contre lequel agirait la pression de l'air. On conçoit que la rapidité de ce chariot, dans cette espèce de grand fusil à vent, peut être excessive, puisqu'il marcherait avec la vitesse de l'air, moins le frottement et la difficulté du mouvement des roues. L'inventeur, M. Wallance, prétendait que les soufflets cylindriques de certaines forges font sortir l'air par les tuyaux avec une rapidité qui varie depuis 25 myriamètres jusqu'à 100 myriamètres par heure, et il croyait possible de donner à ces chariots, roulant dans de grands cylindres, une vitesse de 15 myriamètres à l'heure, en employant des machines à vapeur d'une force convenable. On a contesté

vivement la possibilité de pareils résultats, et on ne parlait même plus de l'invention de M. Wallance, lorsqu'on en a fait l'essai à Brighton sur une petite échelle. L'inventeur a fait construire un cylindre d'environ 67 mètres de long, dans lequel un grand nombre de curieux ont voyagé. Le cylindre qui a servi à cette expérience a 2 mètres 925 millimètres de diamètre; la voiture se composait d'un train sur trois roues; au-devant de cette voiture est fixée une planche ou diaphragme qui occupait la totalité du cylindre, et servait d'obstacle, et, pour ainsi dire, de voile à l'air, cherchant à remplir le vide formé en avant, au moyen d'une pompe située à l'extrémité du conduit; on a placé une seconde pompe à l'extrémité pour aller à volonté en avant ou en arrière : les voyageurs, placés derrière la planche, ne s'aperçoivent pas du tout du courant d'air.

Cet appareil était loin encore de réaliser les avantages que s'en promettait l'inventeur, puisqu'on n'y faisait que 1 myriamètre environ à l'heure; mais il est juste de faire observer que le cylindre n'était formé que de planches couvertes de toile, et qu'il est par conséquent moins imperméable à l'air qu'il ne le serait s'il était construit en briques; que la planche circulaire laissait un espace vide de 27 millimètres tout à l'entour, et que la raréfaction de l'air produite par la pompe n'avait fait baisser le baromètre que de 2/10 de millimètre.

Les opinions sont encore très-partagées en Angleterre sur ce nouveau moyen de communication et sur la possibilité d'en tirer parti. En général, on l'a regardé comme impossible à réaliser en grand; cependant, M. Cousin, ingénieur, qui a été envoyé en Angleterre, par le gouvernement de Russie, a fait paraître un rapport extrêmement favorable à cette invention. Il prétend que la construction d'un chemin ou conduit de ce genre coûtera moins que celle d'un canal; que la pression atmosphérique se faisant dans tous les sens, il est inutile que le tuyau soit horizontal; qu'il pourra suivre toutes les sinuosités et pentes du terrain; qu'on y voyagera aussi bien la nuit que le jour, les chariots étant éclairés par le gaz portatif; qu'on pourra aisément les arrêter à volonté, en tournant le diaphragme et exerçant une pression sur les roues; qu'ils ne pourront être renversés; qu'en augmentant la puissance des machines à vapeur, on pourra augmenter prodigieusement la rapidité de la course, et la porter au-delà de 15 myriamètres à l'heure, même pour des transports d'un poids considérable, puisque la pression de l'air dans le cylindre, en supposant même que le vide ne soit fait qu'imparfaitement, équivaudrait à une force énorme.

C'est cette invention de M. Wallance qui a donné lieu à celle des chemins de fer, dits *atmosphériques*, où les voyageurs ne sont plus renfermés et poussés dans le tube, mais placés à l'extérieur dans des voitures comme dans les chemins de fer ordinaires. Les pompes à air font le vide dans un long tuyau qui règne sur toute l'étendue de la voie et est pourvu d'une rainure longitudinale fermée par une longue soupape graissée et fermant hermétiquement. Dans ce tuyau se meut, sous l'influence de la pression atmosphérique, un piston qui porte une tige verticale se reliant au chariot remorqueur. A mesure que le piston chemine, sa tige soulève la soupape qui lui livre passage et entraine le chariot en avant. Une fois passé, la soupape se referme pour tenir le vide et permettre la continuation des opérations.

Tout le monde sait qu'on a fait des essais en grand de ce système de voie de communication, en Angleterre sur le chemin de Croydon, en France sur celui de Saint-Germain, et que ces essais ne sont pas concluants.

EXPÉRIENCE. — *Voiture traînée par des cerfs-volants.*

Le 26 août 1826, il passa à Reading une voiture allant de Bristol à Londres, qui consistait en un léger chariot à quatre roues, traîné par deux cerfs-volants, et dans lequel étaient trois voyageurs. Le maître cerf-volant était d'une hauteur de 6 mètres 50 centimètres ; il avait été fait avec une mousseline sur laquelle était collé un papier peint ; il volait à une hauteur de 55 mètres 25 centimètres au-dessus de la terre ; le cerf-volant pilote, qui le surmontait, s'en trouvait environ à la même distance. Chacun d'eux était attaché au char par une corde d'une grosseur moyenne ; celle du cerf-volant pilote était engagée à travers l'autre, de manière à ce que l'on pût, en tirant la corde, s'élever au-dessus des obstacles, tels que les arbres, les édifices, les clochers, etc., situés sur les côtés de la route. On avait placé sous cette voiture un tambour et un appareil destiné à virer et à dévirer la corde à volonté ; elle était guidée comme les chaises de Bath. Deux gentlemen de Reading la suivaient dans un cabriolet ; ils étaient obligés de faire galoper constamment leur cheval, afin de pouvoir aller au même train. Le propriétaire assure avoir plus d'une fois, en venant de Malboroug, parcouru de dix-huit à vingt milles à l'heure. Entre *World's-end* et la barrière, le duc de Glowcester, dans son équipage de voyage à quatre chevaux, fit route avec la voiture qui, jusqu'à une certaine distance, marcha de front avec celle de S. A. R., bien que les chevaux, de cette dernière fussent au galop.

L'église de Saint-Gilles, qui se trouvait sur la route, arrêta un moment la voiture. Six hommes, détachant les cordes, contournèrent le clocher, et les rattachèrent au-delà dans Crown-Lane; mais ces hommes faillirent perdre terre, tant était grande l'attraction des cerfs-volants. Peu à peu la voiture se remit en route, suivie par tous les chevaux et les équipages dont on put disposer; mais elle les devança au point qu'aucun ne put lui disputer le pas au-delà de *Raw-Barge*, et la plupart des chevaux la quittèrent à *Granby;* dans 15 minutes, elle fut de la *Crow à Twyfort,* et cette distance est de cinq milles.

Dans le midi de la France, où le vent règne constamment, surtout dans le département de l'Aude, on devrait faire l'essai de ces nouvelles voitures.

EXPÉRIENCE. — *Pour donner à l'air une couleur rouge.*

Prenez un ballon rempli d'air, faites-y passer du gaz deutoxyde d'azote, et vous verrez aussitôt l'air prendre une couleur rougeâtre.

Cet effet est dû à ce que le deutoxyde d'azote décompose l'air, en absorbe l'oxygène, et passe à l'état d'acide nitreux.

RÉCRÉATION 122. — *Bouquet magique.*

On fait la branche du bouquet avec des petits cylindres de fer-blanc, qu'on perfore sur divers points; on applique sur ces trous des fleurs et des fruits en cire, sur lesquels on colle bien proprement du taffetas gommé et peint avec les couleurs des feuilles, fleurs et fruits qu'ils représentent. Il est bien entendu que ce taffetas doit être également collé sur les tiges, Cela fait, on fait chauffer ce bouquet pour en fondre la cire qui coule par les pétioles et les pédoncules des feuilles, des fleurs et des fruits dans la tige principale qui la laisse couler au dehors. En cet état, on presse légèrement toutes les enveloppes de fleurs, etc., et on les fait rentrer dans les diverses branches du bouquet, qu'on place ensuite sur une bouteille ayant un fond mobile qui étant mis en action, met en mouvement un petit soufflet dont l'air presse sur ses enveloppes, les fait sortir des branches, les gonfle, et leur redonne leur première apparence.

RÉCRÉATION 123. — *Canne à vent.*

On fixe dans un bâton creux en sureau, en roseau, etc., un tube de verre bien égal; on y introduit à l'une des extremités et à 27 millimètres de profondeur, une flèche de 27 ou 54 millimètres de longueur, garnie d'un petit morceau de

peau d'un diamètre semblable à celui de ce tube. En soufflant fortement sur cette flèche, on la projette d'autant plus loin que le tube est plus long et qu'on y souffle plus fortement. On peut, par ce moyen, toucher un objet à environ soixante pas de distance. Avec cette canne, on peut s'amuser aussi à tuer des oiseaux, en lançant contre eux des petites boules d'argile, etc.

Il est inutile de dire que la force de projection qui est communiquée à ces corps est due à l'air que l'on comprime dans le tube, et qui presse sur eux pour reprendre son élasticité.

RÉCRÉATION 124. — *Têtes parlantes.*

Préparez deux bustes de carton et posez-les chacun sur un piédestal aux deux extrémités d'une salle ; placez un tuyau de fer-blanc de 27 millimètres de diamètre, dont l'une des extrémités s'ouvre à l'oreille d'une de ces deux figures. Ce tuyau doit traverser l'intérieur du buste et du piédestal, passer sous le plancher pour se rendre par l'autre piédestal, dans la bouche de la seconde figure où il se termine ainsi que dans l'oreille de la première figure, en entonnoir. On doit aussi avoir soin, lorsqu'il faudra couder les tuyaux, que ce soit à angle droit, et que la partie supérieure de chaque angle soit coupée et la partie recouverte d'une plaque de fer-blanc qui ait une inclinaison de 45 degrés, réciproquement aux tuyaux qui se joignent, afin que la voix, en partant d'un tuyau, soit directement réfléchie dans l'autre, etc.

D'après ces dispositions, supposons qu'une personne parle dans l'oreille de la première figure, il est bien évident que celle qui aura son oreille près la bouche de la seconde entendra distinctement ce que l'autre aura dit. En adaptant à cette dernière figure un tuyau qui parte de son oreille et se rende dans la bouche de l'autre, on pourra, par ce moyen, entretenir une conversation.

Dans cette expérience, il est aisé de voir que le son est porté par l'air mis en mouvement et conservé dans le tube.

RÉCRÉATION 125. — *Marteau d'eau.*

Prenez un tube (fig. 150, Pl. IV) de verre de 217 millimètres de longueur sur 20 millimètres de diamètre ; l'une de ses extrémités doit être fermée, et l'autre doit offrir un renflement ovoïde, terminé par un tube très-étroit, destiné à être scellé à la lampe. Introduisez dans ce tube la sixième partie de l'eau qu'il peut contenir. Soutirez-en l'air au moyen de la machine pneumatique, et fermez aussitôt. Si ce vide

a été bien fait, en tournant ce tube horizontalement et le tournant brusquement dans une position verticale, on entend un coup comme celui d'un petit marteau, et l'on éprouve en même temps une légère secousse. Il en est de même en imprimant à l'eau une secousse de bas en haut ou en retournant tout-à-coup le tube. Si l'on remplace l'eau par le mercure, le coup est encore bien plus fort, et si le mercure est bien pur, et le vide bien fait, on voit dans toute la longueur du tube un jet de lumière qui le parcourt.

EXPÉRIENCE. — *Cloche du plongeur.*

La cloche du plongeur est un vase plus ou moins grand, doué d'une pesanteur suffisante pour pouvoir s'enfoncer jusqu'au fond de l'eau, elle est destinée soit à y faire des travaux, soit à la recherche de divers objets, etc. Suivant sa capacité, un ou plusieurs hommes peuvent s'y placer et y respirer plus ou moins de temps ; aussi est-elle munie d'un conduit au moyen duquel on peut y injecter de nouvel air, au moyen d'une pompe, pour remplacer celui qui est vicié. L'air contenu dans la cloche du plongeur est d'autant plus comprimé qu'elle est descendue à une grande profondeur ; aussi ceux qui s'y trouvent placés en éprouvent parfois quelques accidents. Cela n'est que graduellement que l'on descend cette cloche dans l'eau, afin de ne pas produire subitement cette compression. Comme les cloches à plongeur ordinaires sont assez connues, nous allons donner la description de celle qui a été perfectionnée par Ch. Steele.

Cloche du plongeur, perfectionnée par Steele.

Ce perfectionnement consiste à combiner une cloche d'observation avec une cloche employée à diriger des travaux, et à mettre en communication cet appareil avec un réservoir à air placé au-dessus de la surface de l'eau tandis que la cloche est sous ce liquide, de manière à donner aux personnes qui sont hors de l'eau le moyen de communiquer avec celles qui y sont, plus facilement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Voici en quoi consiste cet appareil : imaginez un compartiment qui est, dans le fait, une cloche ordinaire, et qui, par cette raison, n'a point de fond ; concevez un autre compartiment en forme de cloche d'observation, qui a par conséquent un fond et que l'auteur appelle la *chambre communiquante*. L'air qu'elle contient ne communique avec le premier compartiment que par deux robinets et par un orifice principal, dit *trou à l'homme*. L'un des deux autres conduits sert à transmettre une communication par écrit, lorsque

cela est nécessaire; il y a des morceaux de verre épais qui servent à transmettre la lumière. L'auteur préfère que les verres aient deux faces planes, parce que, quelle qu'en soit l'épaisseur, on voit distinctement à travers. C'est dans ces sortes de fenêtres qu'est pratiquée l'ouverture pour le passage d'un homme.

Nouvelle cloche du plongeur, de M. Guillaumet.

L'idée principale de M. Guillaumet consiste à envoyer au plongeur un air qui, avant d'arriver à sa bouche, passe dans un petit réservoir où, par le moyen d'une soupape régulatrice, la pression se maintient parfaitement égale à celle que le réservoir reçoit extérieurement du liquide. Une pompe foulante manœuvrée assez facilement par un homme placé au bord de l'eau ou sur un bateau, comprime de l'air dans un réservoir à une pression supérieure à celle qui répond à la profondeur où doit descendre le plongeur. L'air de ce premier réservoir passe dans un tuyau formé de toile tendue imperméable par une couche de gomme élastique et va se rendre dans le plus petit régulateur, où, au moyen d'un mécanisme, cet air se maintient à une pression égale à celle qu'éprouve la poitrine du plongeur. Du second réservoir, l'air ayant ainsi la pression convenable à la respiration du plongeur, se rend à sa bouche en traversant une soupape à clapet, qui s'ouvre par l'aspiration. Pendant l'expiration, cette soupape est fermée et il s'en ouvre une autre qui est à l'entrée d'un tuyau destiné à l'expulsion de l'air qui a été respiré. Si la respiration vient à être suspendue par quelque accident, on s'en aperçoit à l'extérieur, en ne voyant plus arriver à la surface de l'eau les bulles expirées; c'est un avantage qu'a l'appareil Guillaumet sur ceux où l'on envoie plus d'air que le plongeur n'en peut consommer.

Une autre condition de sécurité, c'est que le plongeur peut se remonter lui même à l'aide d'un flotteur qui se trouve attaché à son corps. Ce flotteur est formé d'un sac de toile imperméable où, en ouvrant un robinet placé sous sa main, il fait arriver directement de l'air du réservoir au moyen d'un tuyau qui s'embranche sur celui du régulateur.

EXPÉRIENCE. — *Anneaux colorés de Newton.*

Pressez fortement l'une contre l'autre deux plaques d'une substance quelconque, en observant que l'une d'elles au moins soit transparente, et vous verrez aussitôt une série de couleurs, disposées par anneaux, se former autour du point

de contact immédiat. Cette curieuse expérience est due à Newton. Il paraît que ces couleurs sont produites par la couche d'air interposée entre les plaques, dont l'épaisseur diminue graduellement jusqu'au point de contact.

On remarque des effets semblables dans des substances minérales, lamelleuses, etc., qu'on appelle *irisées* à cause de ce phénomène. Beudant pense qu'il est dû à un fluide plus ou moins rare qui a pénétré dans l'intérieur par plusieurs fissures.

EXPÉRIENCE — *Pour démontrer l'acide carbonique dans l'air.*

Exposez dans un grand vase peu profond, et au contact de l'air, de l'eau de baryte ou de chaux, et vous remarquerez qu'il se forme peu à peu à la surface une pellicule blanche qui se précipite et qui est insoluble dans l'eau. Cette pellicule traitée par les acides, donne de l'acide carbonique, et se convertit avec eux en sel baritique ou calcaire.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre successivement bleue et rouge une liqueur verte, au moyen de l'air de la respiration, et lui donner ces mêmes couleurs.*

Colorez en vert de la teinture de violettes, au moyen d'un peu d'ammoniaque ou de tout autre alcali, et faites-y passer, au moyen d'un tube, l'air provenant de la respiration. En peu de temps, la liqueur passera au bleu, et, bientôt après, au rouge. On pourra lui redonner les mêmes couleurs par des quantités successives d'alcali. Dans cette expérience, le gaz acide carbonique, qui est produit par l'acte de la respiration, neutralise d'abord l'alcali et rétablit ainsi la couleur bleue, qu'une nouvelle dose d'acide rougit. L'alcali qu'on ajoute de nouveau rétablit la couleur bleue en neutralisant l'acide, et la verdit ensuite quand il est en excès.

EXPÉRIENCE. — *Rendre laiteuse une liqueur claire et incolore, au moyen de l'air provenant de la respiration.*

Si l'on fait passer, au moyen d'un tube, l'air de la respiration dans un vase contenant de l'eau de baryte ou de chaux, elle blanchira peu à peu et déposera une poudre blanche, qui sera un carbonate de l'une ou de l'autre de ces deux bases.

La théorie est la même que celle de l'expérience précédente.

EXPÉRIENCE. — *Imiter le tonnerre par l'ébranlement de l'air.*

On fixe bien solidement une peau de parchemin, assez épaisse et mouillée, sur un châssis de bois de 812 millimètres de long sur 487 millimètres de large. Lorsque le parchemin est sec et qu'il est bien tendu, on l'agite fortement, ou on frappe dessus avec le poing, pour imiter le bruit du tonnerre qui gronde.

Dans les salles de spectacle, on imite l'éclat du tonnerre qui tombe en suspendant à deux cordes une certaine quantité de douves enfilées de manière à se trouver placées à 162 millimètres de distance l'une de l'autre; en détachant ces deux cordes en même temps, et laissant tomber ces douves l'une contre l'autre, on produit cet effet.

EXPÉRIENCE. — *Imiter la pluie et la grêle par l'ébranlement de l'air.*

L'on découpe, sur du fort carton, une vingtaine de cercles de 108 à 135 millimètres de diamètre; on les coupe tous depuis leur circonférence jusqu'au centre (fig. 79); on les perce d'un trou ayant 27 millimètres de diamètre; on les joint ensemble, en appliquant et collant le côté coupé C du cercle A au côté coupé D de celui B, et ainsi de suite, jusqu'à ce que tous les cercles soient noués ensemble, de manière qu'étant allongés, ils prennent la figure d'une vis. On laisse sécher, puis on introduit dans ces trous une tringle de bois qui les enfile tous, et on fait en sorte qu'ils se trouvent distants les uns des autres de 54 à 81 millimètres. On les assujettit sur cette tringle avec de la colle-forte, on les couvre ensuite sur toute leur longueur, et à l'une des extrémités, avec un triple papier bien collé, qu'on a eu soin d'humecter, afin qu'il se tende fortement sur ces cercles. On les laisse bien sécher, et on introduit, par l'extrémité qu'on a laissée ouverte, environ 5 hectogrammes de petit plomb, plus ou moins, suivant la grandeur de la pièce, et l'on ferme aussi d'un triple papier cette extrémité.

Lorsque le plomb se trouve rassemblé à une des extrémités de ce tuyau, placé dans une position horizontale, si on le soulève doucement par cette extrémité, le plomb coule jusqu'à l'autre bout en suivant les contours du carton, et frappant contre le papier tendu. De ce choc résulte un bruit semblable à celui que fait une grande pluie; si on soulève le tuyau plus promptement, le choc étant plus souvent répété dans le même temps, en raison du degré de vitesse plus

considérable communiqué au plomb, le bruit sera plus fort, et imitera celui de la grêle. Cet effet aura lieu de même, en élevant ensuite le tuyau par son autre extrémité.

Imitation du vent et de l'ouragan.

On fait construire un cylindre en bois M (fig. 104) de 975 millimètres de diamètre et de la largeur du taffetas N. Sur ce cylindre, à 108 millimètres de distance l'une de l'autre, sont des règles clouées IT, qui, dans leur rotation sur l'enveloppe du taffetas, excitent un sifflement plus ou moins fort, suivant la rapidité du mouvement que l'on imprime à la manivelle.

EXPÉRIENCE. — *Décomposition de l'air par les fleurs.*

Assujettissez des fleurs, dans leur position naturelle, dans un vase contenant quelques millimètres d'eau ; couvrez-les d'une cloche en verre, et placez-les dans l'obscurité. Le lendemain, l'oxygène de l'air aura disparu pour faire place à un volume égal d'acide carbonique, qui est mêlé avec 0,79 d'azote. Ce qui démontre la vérité de cette expérience, c'est que l'eau, en absorbant l'acide carbonique, rèmonte de 0,21 dans la cloche, et qu'un animal ne peut vivre, ni une bougie brûler dans l'air où ont séjourné ces fleurs.

On voit, d'après cela, qu'il est dangereux de placer beaucoup de fleurs dans une chambre peu aérée, et surtout d'y coucher. La mort pourrait bien être la suite d'une telle imprudence.

EXPÉRIENCE. — *Porte-voix.*

Cet instrument, destiné à porter la voix à de grandes distances, se compose d'un tube qui a environ un mètre de longueur, dont une des extrémités s'élargit graduellement, et se termine par un large évasement semblable à un entonnoir, tandis que l'autre bout est surmonté d'un petit évasement propre à appliquer la bouche. Les porte-voix sont en cuivre ou en fer-blanc, quoiqu'il soit maintenant démontré que la nature des corps sonores n'exerce aucune influence sur leur bonté, qui dépend uniquement de leur construction.

Pour faire connaître la théorie des porte-voix, nous ferons observer que, dans ce tube, la distribution de la force d'impulsion déterminée par l'ébranlement primitif est limitée par ses parois ; de sorte que les molécules de l'air qui se trouvent dans son intérieur reçoivent, à une distance donnée du centre du mouvement, toute l'impulsion qui, à l'air

libre, se serait communiquée à toute une onde sphérique; d'où il résulte qu'elles doivent être et sont ébranlées plus fortement. Partant de ce principe, on voit qu'en sortant du porte-voix elles impriment une plus forte impulsion à l'air qui les entoure que si le mouvement se fût propagé, au premier instant, dans tout cet espace. Il est donc évident que cette force sera d'autant plus grande que la disposition du tube sera plus convenable pour transmettre le son parallèlement à son axe; aussi les meilleurs sont ceux qui ont la forme d'une branche d'hyperbole, ayant pour asymptote l'axe du tuyau.

EXPÉRIENCE. — *Cornet acoustique.*

C'est, à proprement parler, un porte-voix renversé, destiné aux personnes qui ont l'ouïe très-dure; il ne produit d'autre effet que celui de concentrer les ondulations aériennes, au moyen desquelles le son parvient au tympan.

On a beaucoup vanté les cornets acoustiques de forme paraboloïde; il paraît cependant démontré que la conique est la meilleure.

Pendule atmosphérique de Le Roy.

Fig. 117, pl. 3. Vue de face de l'ensemble du mécanisme qui fait remonter les poids de deux rouages de l'horloge.

Fig. 118. Profil de la figure 117.

Fig. 119. Plan dudit mécanisme.

Le corps de cette horloge est composé :

1° Du rouage ordinaire des horloges allant un mois, avec un échappement à cheville, et un balancier de 1 mètre. Ce balancier est une lentille en cuivre, mise au degré de pesanteur nécessaire, et suspendue à ressort par une verge en bois, afin d'éviter l'effet de la dilatation sans avoir recours au balancier à compensation, qui augmenterait de 300 francs le prix de l'horloge.

2° D'un corps de rouage de sonnerie, également semblable à ceux des autres horloges, allant le même temps et sonnant les heures et les demies. Sa construction le rend capable d'être mû par le même poids que le mouvement. La force du vent agit sur une girouette d'environ 325 millimètres de long sur 217 millimètres de large, qui est attachée à une branche de fer, que l'on voit en *a b*, est destinée à transmettre à l'horloge l'impulsion qu'elle reçoit de la girouette qui est placée au-dessus du bâtiment; elle porte à son extrémité inférieure *b* un triangle *c, d, e,* qui, en tournant, fait lever un châssis d'acier *f*, porteur du crampon qui tire à lui la *roue de remontoir*.

Les roulettes placées au sommet de trois angles de ce triangle sont destinées à rendre plus doux le frottement causé par l'action du triangle sur le châssis *g*, ressort appuyant à son extrémité supérieure contre le châssis *f*, pour le ramener chaque fois qu'une des roulettes *c*, *d*, *e* du triangle l'a éloigné. *h*, crampon, doigt ou cliquet, fixé au châssis *f*, et engrenant dans les dents de la roue de remontoir *i*, qui tire à lui dans le mouvement du châssis. Cette action, imprimée à la roue à rochet *i*, par le cliquet *h*, fait remonter le poids *h* (fig. 118) suspendu à la corde *l*, par la poulie libre *m*.

n, autre petit cliquet servant à empêcher la roue de remontoir *i* de revenir sur elle-même lorsque le crampon *h* l'a attirée à lui.

o (fig. 117), ressort qui maintient le cliquet *n* engagé dans les dents de la roue de remontoir.

Au moyen du triangle à roulettes *c*, *d*, *e*, on profite du vent quel qu'il soit, et la moindre variation suffit pour faire mouvoir le châssis, et, par suite, le reste du mécanisme.

p, bascule dont l'objet est de vaincre la trop grande force du vent, qui, sans cette bascule, ferait remonter le poids contre la roue de remontoir. Cette force, tendant toujours à élever le poids davantage, nuirait considérablement au mécanisme. Cette bascule est fixée sur le crampon *h*, en deux points *q*, *r* (fig. 117); elle porte à l'une de ses extrémités une tringle en cuivre *s*, dont on voit la partie supérieure (fig. 117), et le prolongement ou partie inférieure (fig. 118). L'extrémité inférieure de cette tringle touche le poids lorsqu'il est arrivé à la hauteur convenable; cette tringle est ajustée à la charnière à son extrémité supérieure, de sorte qu'elle conserve toujours la position verticale.

La figure 119 représente en plan l'extrémité inférieure de la bascule, que l'on voit de profil en *t* (fig. 118). On y voit le bout de la tringle *s* et une ouverture *u*, qui sert au passage d'une des cordes du poids.

Cette horloge se place dans une boîte en bois, et porte à sa partie supérieure, au-dessus du cadran des heures, un autre cadran qui indique la direction des vents. Ce dernier cadran pourrait être situé entre la tige du centre et le midi, dans le grand cadran de l'horloge.

Proportion d'air atmosphérique et de gaz de l'huile nécessaires pour la détonnation de ce dernier. Par M. Dumas.

Le gaz employé contenait 18 pour 100 de gaz ou vapeurs absorbables par l'acide sulfurique concentré, au bout de quelques minutes.

100 parties de ce gaz exigeaient 270 d'oxygène pour leur combustion complète, et produisaient 174 d'acide carbonique.

La combustion a été faite dans l'eudiomètre de Volta, au moyen d'une forte étincelle électrique excitée par une bouteille de Leyde. Dans quelques cas, l'étincelle ne produisait que l'inflammation ; mais, comme il était bon de s'assurer de l'effet d'une série d'étincelles équivalente à la présence d'un corps enflammé dans le mélange, on a eu soin d'en essayer l'emploi sur les mélanges limités. En voici les résultats :

Gaz employé.	— Air.	
1	1.	point d'inflammation.
1	4, 6 et 7.	*idem.*
1	8.	détonnation, flamme fuligineuse.
1	9.	détonnation forte, sans fumée.
1	10 et 11. .	détonnation très-forte, *maximum.*
1	12.	détonnation moins forte.
1	13.	détonnation encore moins forte.
1	17.	détonnation, mais faible.
1	18.	détonnation encore plus faible.
1	20.	détonne faiblement à la 2e étincelle.
1	21.	ne détonne pas, avec trois étincelles ; après un grand nombre, détonne faiblement.
1	25.	ne détonne plus, même avec une série d'étincelles.

Ces résultats obtenus en hiver, et par une température de 5° à 6° C., montrent que, dans ces circonstances, la détonnation a lieu entre le mélange de 1 de gaz sur 8 d'air, et 1 gaz pour 20 d'air. Ils montrent encore qu'en été les limites seraient plus distantes.

DES VENTS.

Les vents reconnaissent pour causes tout changement de tension ou de densité qui survient dans une partie de l'atmosphère, et donne lieu ainsi à des courants plus ou moins rapides, ou, en d'autres termes, à des vents plus ou moins forts ; ainsi, une foule de causes peuvent produire ce changement de densité ; tels sont : une différence de température, la mer tantôt plus froide et tantôt plus chaude que la terre, la chute d'une grande quantité d'eau en peu de temps, la présence des nuages qui garantissent de l'action du soleil des masses d'air, tandis qu'ils en laissent d'autres exposées à son influence, etc.

Les vents sont divisés en *vents généraux, vents périodiques* et *vents irréguliers* : 1° on donne le nom de vents généraux à ceux qui soufflent constamment et toujours dans la même direction ; 2° on nomme *vents périodiques* ou bien *alisés, moussons,* ceux qui soufflent constamment pendant plusieurs mois, suivis ordinairement des vents contraires qui se font sentir pendant le même temps; 3° enfin, les *vents irréguliers* sont ceux qui soufflent de différents côtés dans le même pays sans détermination d'époque ni de durée ; ce sont ceux qui soufflent presque constamment dans les pays tempérés.

On mesure la direction et l'intensité des vents au moyen de divers instruments connus sous les noms de *girouettes, anémoscopes,* etc.

Nous allons maintenant faire connaître le degré de vitesse des vents d'après l'Annuaire du bureau des longitudes de 1820.

	Par seconde.	*Par heure.*
	mètres.	
Vent à peine sensible. .	0,5	1,800
— sensible.	1,0	3,600
— modéré.	2,0	7,200
— assez fort.	5,5	19,800
— fort	10,0	36,000
— très-fort.	20,0	72,000
Tempête.	22,5	81,000
Grande tempête. . . .	27,0	97,200
Ouragan.	36,0	104,400
Violent ouragan. . . .	45,0	162,000

Ce vent renverse les édifices et déracine les arbres.

DU SON.

On a donné le nom de *son* au résultat de certains mouvements vibratoires produits dans les corps, qui sont transmis plus ou moins promptement à l'oreille par l'intermédiaire de l'air. Il est en effet bien constaté que sans corps intermédiaire entre l'oreille et le corps vibrant, il n'y aurait point perception de son. Ainsi, un corps qui vibre sous le récipient de la machine pneumatique, ne rend pas de son sensible. Or, cette intensité de son diminue ou augmente suivant que l'air se dilate ou devient plus dense. On a une preuve de la diminution au fur et à mesure qu'on fait le vide sous le récipient précité, ainsi qu'en s'élevant sur les montagnes. L'espace parcouru par le son en une seconde à une

température de 16° C., est de 340 mètres 88, d'après les expériences faites à Villejuif et à Montléry, au moyen de deux canons, par MM. les membres du bureau des longitudes, en 1822 ; à 10° C°, le son ne parcourt plus que 337 mètres 28, et à 0° C., 331 mètres 12. En 1738, de semblables expériences, faites par l'Académie royale des Sciences, donnèrent les mêmes résultats. Plusieurs physiciens se sont livrés à diverses recherches en ce genre ; voici les résultats qu'ils ont obtenus, par seconde :

448 mètres en		par Mersenne.
361	1668	par l'Acad. de Florence.
398	1698	par Walker.
351	»	par Cassini, Huyghens, etc.
348	»	par Flamsteed, Halley.
348	1704	par Derham.
332,93. . . .	1738	par l'Acad. des Sciences.
318	1740	par Blanconi.
339	1740	par La Condamine.
358	1744	par La Condamine.
336,86. . . .	1778	par T. F. Mayer.
338	1791	par G. Muller.
356,14. . . .	1794	par Epinoza, Bauza.
333,07. . . .	1809	par Benzenberg.
331,05. . . .	1822	par Arago, Mathieu, Prony, Bouvard, etc.
332,05. . . .	1823	par Moll, Van-Beek.
351,08. . . .	»	moyenne.

M. Quetelet pense qu'on peut prendre, pour vitesse du son, le nombre 333 mètres.

M. Depretz (Traité élémentaire de Physique, tome 1er) a donné un tableau des vitesses du son trouvées par le calcul ; elles ne s'accordent pas exactement avec celles qui sont indiquées par l'expérience ; cela tient sans doute à ce que les quantités sur lesquelles porte le calcul, sont déduites d'expériences qui ne sont pas susceptibles de donner une approximation suffisante ; mais, d'ailleurs, comme cette différence est très-petite, nous avons cru devoir rapporter ici cette table.

TEMPÉRATURE	VITESSES calculées en MÈTRES.	TEMPÉRATURE	VITESSES calculées en MÈTRES.
— 0	321,32	+ 11	334,21
— 9	321,94	+ 12	334,81
— 8	322,57	+ 13	335,41
— 7	323,20	+ 14	336,01
— 6	323,81	+ 15	336,61
— 5	324,44	+ 16	337,21
— 4	325,09	+ 17	337,80
— 3	325,68	+ 18	338,40
— 2	326,29	+ 19	338,99
— 1	326,91	+ 20	339,58
+ 0	327,52	+ 21	340,18
+ 1	328,14	+ 22	340,77
+ 2	328,74	+ 23	341,35
+ 3	329,35	+ 24	341,94
+ 4	329,97	+ 25	342,52
+ 5	330,58	+ 26	343,12
+ 6	331,19	+ 27	343,70
+ 7	331,80	+ 28	344,29
+ 8	332,40	+ 29	344,87
+ 9	333,01	+ 30	345,45
+10	333,61	+ 31	346,05

Nous devons ajouter à cela, 1° que la vitesse du son n'est nullement altérée par les temps pluvieux, nuageux ou sereins; 2° que les vents en augmentent ou en diminuent la vitesse suivant leur direction; 3° que lorsque celle-ci est perpendiculaire à celle du son, la vitesse de celui-ci ne change point; 4° que la vitesse est la même pour le son fort que pour le son faible; 5° que dans les appartements meublés et garnis de draperies, l'intensité du son diminue beaucoup; 6° que cette intensité, au contraire, augmente, si le son est produit dans le voisinage des corps susceptibles d'entrer en vibration.

EXPÉRIENCE. — *Pour estimer les distances approximatives par la connaissance du son dans l'air.*

Tout le monde sait que lorsque, dans l'éloignement, on voit un chasseur tirer un coup de fusil, ou bien un artilleur tirer un coup de canon, on aperçoit la flamme bien avant d'avoir entendu le bruit produit par la détonnation. Cela tient au temps nécessaire pour que le son ait pu se propager, au moyen de l'air jusqu'à nous. Ainsi, pour déterminer la distance du fusil ou du canon à nous, dès qu'on voit la lumière de ces armes à feu, on doit compter les secondes ou les battements du pouls qui ont lieu depuis l'apparition de cette lumière jusqu'à la détonnation de l'arme. Or, comme le son parcourt 333 mètres en une seconde, il est évident qu'autant de secondes on aura, autant de fois 333 mètres de distance se trouveront entre l'arme à feu et l'observateur. Ce calcul s'applique également à l'apparition de l'éclair et au bruit du tonnerre.

EXPÉRIENCE. — *Pour déterminer la profondeur d'un puits très-profond, par la vitesse du son.*

On laisse tomber une pierre dans le puits, et l'on compte le nombre de secondes qui s'écoulent depuis le moment où on lâche la pierre jusqu'à celui où le bruit de sa chute nous parvient.

Effets du son sur quelques animaux.

Dans l'oreille de l'homme, la forme du tympan est circulaire, de sorte que les fibres rayonnent du centre à la circonférence, et sont toutes d'une égale longueur. Sir E. Home a observé que chez l'éléphant, dont le tympan est ovale, les fibres sont inégales comme les rayons qui partent du foyer d'une ellipse ; la conformation de l'oreille humaine la rend merveilleusement propre à sentir l'harmonie de la musique ; et, selon M. Home, les fibres les plus longues de l'éléphant lui rendent sensibles les plus légères vibrations. Un piano fut transporté à Exeter-Change pour constater sur un éléphant ce phénomène intéressant. Les notes les plus hautes parurent à peine avoir frappé son oreille ; tous les tons bas réveillèrent vivement son attention ; l'effet des sons aigus d'un piano, sur le grand lion de la ménagerie de Londres, fut d'exciter en lui une forte surprise ; à peine eut-on touché les notes basses qu'il se leva brusquement, ses yeux lançaient des flammes, il s'efforçait de rompre ses chaînes, se battait les flancs de sa queue, et paraissait animé d'une telle fureur

que les spectateurs étaient glacés d'effroi ; il poussait des rugissements épouvantables ; tous les symptômes cessèrent avec la musique. Sir Home a observé une organisation analogue dans les bêtes à cornes, les bêtes fauves, les chevaux, les lièvres et les chats.

Phénomène observé sur les monts Nilghuerris ou Montagnes Bleues.

La raréfaction de l'air est très-sensible sur les monts Nilghuerris ou Montagnes Bleues de Combetour, et le son de la voix se fait entendre à une distance considérable. Déjà le capitaine Parry, dans son voyage de découvertes aux régions polaires, entrepris en 1819, avait remarqué qu'au milieu du plus grand froid, on percevait les sons éloignés beaucoup plus distinctement que de coutume; mais ce phénomène n'avait pas encore été bien constaté ; cependant on peut l'observer en tout temps sur les Nilghuerris. Les naturels du pays se parlent souvent du haut d'une montagne à l'autre, et sans qu'aucun effort soit nécessaire, surtout le matin et le soir, lorsque l'atmosphère est calme ; ils n'élèvent point la voix comme font les étrangers qui cherchent à se faire entendre dans l'éloignement, et ils prononcent chaque syllabe aussi clairement que s'ils étaient près l'un de l'autre. En les voyant converser ainsi entre eux, on pense à ces passages de la Bible, où Jonathan s'adresse aux habitants de Sichem du sommet de la montagne de Garizim, où David appela les gens de Saül et d'Abner d'une éminence fort éloignée du camp. Il est aussi digne de remarque, comme signe de l'extrême raréfaction de l'air sur ces montagnes, que les corps célestes y paraissent briller d'un éclat plus vif que si on les regardait dans la plaine. Nous pouvons affirmer que dans ces lieux la planète Vénus répand autant de clarté que la lune dans ses quartiers.

DES ÉCHOS.

Les échos doivent être considérés comme étant le résultat de la réflexion du son. Ainsi, quand les ondes sonores, pendant leur mouvement, rencontrent des obstacles, elles changent alors de direction, et leur réflexion s'opère de manière que le *son se réfléchit en faisant l'angle de réflexion égal à l'angle d'incidence*. Pour que le son réfléchi puisse être bien distingué, il faut être placé à la distance au moins de 16 mètres 500 millimètres du plan réflecteur ; sans cette condition, on n'entend qu'une résonnance, comme cela a lieu dans les petits appartements.

A 16 ou 20 mètres du plan réflecteur, on ne peut guère distinguer que la dernière syllabe des mots prononcés, qui arrive à l'oreille après un vingtième de seconde. Les échos monosyllabiques ne supposent donc pas une grande distance ; car, pour les échos polysyllabiques, le son doit employer un temps assez long à revenir, et le plan réflecteur doit être par conséquent assez éloigné.

Echo de Wotdstock.

L'écho du parc de Wotdstock, en Angleterre, répète 17 syllabes le jour et 20 pendant la nuit. Cela dépend, comme nous l'avons dit, de l'éloignement du plan réflecteur. S'il est, par exemple, de 340 mètres, ce n'est qu'après 2'' que le son réfléchi fera entendre pour la deuxième fois la première syllabe; et, si alors on cesse de parler, on entendra encore tout ce qu'on aura dit pendant ces deux secondes.

Echo de Verdun.

Il existe des *échos multiples*, c'est-à-dire qui répètent plusieurs fois le même son : cela a lieu quand le son se réfléchit entre deux échos parallèles. A 11 kilomètres 69 de Verdun, il existe un écho semblable, qui est dû à deux grosses tours éloignées l'une de l'autre de 50 mètres. Cet écho répète de 12 à 13 fois la voix, lorsqu'on parle un peu haut dans la ligne qui les joint. Ces deux tours se renvoient alternativement le son, comme des miroirs paraboliques, placés vis-à-vis l'un de l'autre, multiplient l'image d'une bougie placée entre eux. En Italie, il existe à *Simonetta* un écho bien plus curieux encore : il répète 40 fois le même son.

Echo de Romeath, en Ecosse.

Cet écho est près d'un lac d'eau salée. L'on assure que quelques personnes y ayant mené un sonneur de trompette, on le fit placer sur une langue de terre que l'eau laisse à découvert. Il se tourna vers le nord, sonna un air de 8 demi-brèves et s'arrêta. Aussitôt un écho reprit cet air, et le répéta très-distinctement, mais sur deux tons plus bas. Quand cet écho eut fini, un second écho, d'un ton encore plus bas que le premier répéta le même air avec la même exactitude. Ce second fut suivi d'un troisième et d'un ton encore plus bas, ensuite on n'entendit plus rien. Cette expérience ayant été répétée plusieurs fois de suite donna les mêmes résultats.

(*Phénomènes de la nature*).

Echo du château de Simonetta.

Le même auteur rapporte qu'il y avait dans les murs de ce château une fenêtre d'où celui qui parlait entendait répéter ses paroles jusqu'à quarante fois.

Note sur les Echos.

Plusieurs physiciens célèbres ont prétendu calculer la distance qui convient à chaque espèce d'écho, en comparant l'espace que le son parcourt en une seconde, et le nombre de sons différents que l'oreille de l'homme peut distinguer dans le même espace de temps. Mais, ils ne s'accordent pas entre eux : le père Mersenne demande 22 mètres de distance entre l'obstacle et le corps sonore. Suivant ce physicien, il faut 33 mètres de distance pour un écho de deux syllabes, 52 mètres pour un écho de trois syllabes, 59 mètres pour un écho de quatre syllabes, et 66 mètres pour un de cinq syllabes.

La nature et la position des lieux, la distance qui se trouve entre les corps réfléchissants, et même l'état actuel de l'air, peuvent donner différents échos remarquables, quoique très-variés entre eux. Ainsi, il y a des échos, comme nous l'avons dit, qui répètent jusqu'au-delà de 17 syllabes; d'autres qui ont un son tremblant, plaintif, etc. L'écho qu'on observait au sépulcre de Metella, répétait 5 fois les sons articulés de la voix humaine; une tour à Cyzique les répétait jusqu'à 7 fois. Il y avait sur les bords du Rhin, à peu de distance de Coblentz, un écho qui répétait 17 fois le même mot.

Théorie des Echos.

Lorsqu'un son produit en un lieu va frapper une surface plane, celle-ci renvoie le son vers son point de départ, lorsqu'elle est placée de telle sorte que la ligne abaissée sur elle du point où est le corps sonore soit perpendiculaire. Mais il arrive que si ce corps sonore est très-près de la surface réfléchissante, l'observateur qui se trouve en ce lieu ne peut établir aucune distinction entre le son même et le son réfléchi, il n'en est pas de même s'il se trouve à une distance plus ou moins grande. On sait que l'on prononce environ 10 syllabes par seconde. D'après cela, il est évident que l'écho ne pourra répéter que la dernière syllabe si l'observateur n'est éloigné que de 17 mètres de la surface réfléchissante. S'il en est éloigné de 34 mètres, il répètera les deux dernières syllabes. Enfin, l'écho répètera autant de syllabes que l'espace

qui sépare la surface réfléchissante de l'observateur contient de fois 17 mètres.

Il peut arriver que devant cette surface qui renvoie le son, il s'en trouve une autre parallèle, alors l'onde sonore réfléchie par la première vient rencontrer la seconde qui la réfléchit à son tour vers la première qui la lui renvoie de nouveau, ce qui continue jusqu'à ce que l'onde sonore se soit complètement dispersée. C'est ainsi que se produisent les échos qui répètent jusqu'à 40 fois de suite le même son.

SECTION IX.

DE L'EAU.

L'eau est de tous les produits naturels un des plus propres à fixer l'attention de l'homme. A l'état solide, liquide ou gazeux, elle se trouve si abondamment répandue dans la nature, que les philosophes grecs l'avaient classée parmi les quatre corps qu'ils regardaient comme les éléments de tous les autres. La chimie moderne a démontré que cent parties étaient composées de 88,90 en poids de gaz oxygène et de 11,10 d'hydrogène, ou bien d'un volume du premier et de deux du second. C'est par l'addition ou la soustraction du calorique qu'elle prend les divers états de solide, liquide et gazeux. Au-dessous de 0 elle se solidifie; à 0 elle passe à l'état liquide, et à 100° c. à celui de vapeur.

EXPÉRIENCE. — *Faire jaillir de l'eau une vive lumière.*

Nous devons à M. Dessaignes la connaissance de ce fait curieux, qu'en faisant subir à l'eau un choc subit et violent, la compression est telle qu'il s'opère soudain un dégagement d'une vive lumière. On procède à cette expérience avec l'appareil suivant, qui se compose (fig. 82) :

D'un corps de pompe en verre très-épais AAAA;

D'une tige BB terminée par le piston de cuir C;

D'un petit piston de cuir sans tige D ;

D'un robinet E adapté au corps de pompe par la boîte de cuivre FF;

D'un manche en bois GG, traversé par la tige métallique HH, qui se visse sur le robinet E;

D'une autre boîte de cuivre II à travers laquelle passe la tige B du piston C;

Des tiges en laiton MM, M'M' servent à assujettir les deux boîtes de cuivre FF, II au moyen des écrous NN.

Lorsqu'on veut faire cette expérience, on dévisse la tige

métallique H H qui traverse le manche G G; on ouvre le robinet et on enfonce la piston de cuir C le plus possible, c'est-à-dire jusqu'au bout du corps de pompe; on pose alors sur le piston B le piston de cuir C. On retire légèrement celui-ci au moyen de la tige B B, en appuyant sur l'autre. Lorsque la partie supérieure du piston D est entrée de quelques centimètres dans le corps de pompe. (Voyez fig. 82), on visse le robinet sur la boîte de cuivre F F; on l'ouvre et on remplit d'eau non aérée tout l'espace compris entre le robinet et le piston; ensuite on ferme le robinet, et on y adapte la tige H H qui traverse le manche G G. Lorsqu'on a fait ces dispositions préliminaires, on place cet appareil dans l'obscurité, et on rend fixe, au moyen des pieds, l'extrémité inférieure de la tige B B; on élève le corps de pompe en prenant le manche avec les mains, puis on le rabaisse subitement et avec force. Dès que l'eau a éprouvé ce grand choc, elle devient lumineuse. Mais, pour que cette expérience ait une pleine réussite, il faut qu'il ne se glisse aucune portion d'air entre les deux pistons, et que le piston D reste immobile au moment qu'on abaisse le piston C, afin que le vide qui doit exister entre les deux soit parfait.

Il paraît que, dans cette expérience, les molécules de l'eau se rapprochant par cette compression, une partie du calorique s'en dégage à l'état lumineux.

EXPÉRIENCE. — *Compression de l'eau, par des forces considérables, ainsi que de quelques autres liquides.*

M. Perkins s'est livré à une foule de recherches curieuses, tant sur la compression de l'eau que sur celles de quelques autres liquides et de quelques gaz, qu'il a publiées dans les Transactions philosophiques de Londres, 1826.

La machine dont M. Perkins se servait pour la compression de l'eau se composait principalement d'un cylindre de bronze de 920 millimètres de longueur sur 361 millimètres de diamètre à l'extérieur, et à l'intérieur de 785 millimètres de longueur sur 41 millimètres de diamètre. A la partie supérieure joue un piston d'acier de 9 millimètres de diamètre. La pression exercée sur le piston est mesurée par un levier dont les deux bras sont entre eux comme 1 à 10, les pieds comprimants étant suspendus au bout du bras le plus long. Au fond de ce récipient se trouve un petit vase plein de mercure; dans ce mercure plonge l'extrémité ouverte d'un tube rempli d'eau. L'eau du tube et le mercure du vase sont séparés au moyen d'un petit piston placé dans le tube. Derrière ce piston se trouve un *index* à frottement, qui suit les

mouvements rétrogrades du piston, et qui sert à reconnaître la réduction du volume de l'eau : c'est, en deux mots, la machine de M. Oërsted, disposée pour les hautes pressions. Cette machine fut essayée sous une pression *maximum* de 2,000 atmosphères, qui produisit une diminution de 1/12 du volume primitif de l'eau.

L'acide acétique concentré, par une pression de 1,100, donne de très-beaux cristaux, à l'exception de 1/10 du liquide qui n'était presque pas acide.

Si l'on remplit à moitié d'eau un gazomètre, qu'on le retourne et qu'on le plonge dans un autre tube rempli de mercure, sous une pression de 500 atmosphères, tout l'air est absorbé par l'eau ; lorsqu'on fait cesser la pression, aucune bulle ne s'en dégage.

Dans le cours de ses expériences sur la compression de l'air, en contact avec le mercure, M. Perkins observa qu'il commençait à se liquéfier sous une pression de 500 atmosphères, car, lorsqu'on le retirait, le mercure montait un peu dans le gazomètre, au-dessus de son niveau primitif. Après une compression de 600 atmosphères, le mercure s'élevait dans le gazomètre à 1/4 de la colonne primitive du gaz ; à 800 atmosphères, le mercure montait à environ 2/3 ; à 1,000 atmosphères il s'élevait aux 2/3, et de petites gouttelettes liquides commençaient à s'y former ; à 1,200 atmosphères, le mercure se soutint aux 3/4 du tube, et l'on vit sur le mercure un très-beau liquide transparent, dont la hauteur était d'environ 1/2000 de la colonne de l'air.

De l'hydrogène percarboné, soumis à une pression de 40 atmosphères, commence à se liquéfier, et, à 1,200 tout est réduit en liquide.

Hygrométrie.

Cette branche de la physique expérimentale a pour but de constater les différents degrés d'humidité de l'air, ou, si l'on veut, la quantité de vapeur d'eau qu'il contient, soit à l'état de mélange ou de dissolution ; car les sentiments des physiciens sont partagés sur ce point. Les instruments employés pour mesurer le degré d'humidité sont nommés, suivant leur précision, *hygromètres* et *hygroscopes*.

Tous les corps absorbent plus ou moins l'humidité de l'air. Ceux qui sont le plus doués de cette propriété sont connus sous le nom de corps *hygroscopiques*.

Les principaux hygromètres en usage sont ceux à cheveu de M. de Saussure, ou à baleine de Deluc. L'échelle est partagée en 100 parties égales qui forment les limites de l'extrême sécheresse et de l'extrême humidité. Nous devons faire ob-

server que là on doit tenir compte de la dilatation, qui est, pour les cheveux dégraissés et bien séchés, de 1/50 entre les limites de l'échelle, et de 1/200 quand ils n'ont pas été dégraissés.

Lorsqu'on ne veut avoir que de simples aperçus, on peut se servir des hygromètres à cordes de boyau, comme ceux des aiguilles sur des cadrans, des capucins, religieuses, etc.

Tableau des degrés d'humidité de l'air à 10° C.

DEGRÉS hydrométriques.	EAU de l'air.	DEGRÉS hydrométriques.	EAU de l'air.
0	0,0	79	0,6
21	0,1	85	0,7
39	0,2	90	0,8
53	0,3	95	0,1
64	0,4	100	1,0
72	0,5		

Ainsi, dit M. Quetelet, quand l'hygromètre marque 79 degrés, l'air contient 0,6 qu'il pourrait contenir à la température actuelle que nous supposerons être de 20°. Mais, à cette température, la pression, maximum de la vapeur, serait de 17, 31 millimètres de mercure ; il faudrait donc prendre les 6/10 de 17, 31, et l'on aurait 10,39 millièmes pour la pression de la vapeur qui se trouve effectivement dans l'atmosphère.

EXPÉRIENCE. — *Démontrer l'existence de l'eau dans l'air.*

On prend un vase rempli d'eau à la glace, ou mieux de glace : on le place dans un milieu dont la température soit au-dessus de 0, et bientôt on aperçoit les parois extérieures du vase recouvertes de l'eau que l'air y a déposée.

Cette explication est facile à donner. La quantité d'eau dissoute par l'air est en raison directe de sa densité et de sa température. Si l'une ou l'autre vient à diminuer, il éprouve une supersaturation et dépose celle qu'il ne peut plus tenir en dissolution. Or, dans l'expérience précédente, l'air qui recouvre le vase refroidi par la glace devient par conséquent supersaturé et abandonne l'excédant du liquide qu'il n'avait

dissous qu'à la faveur de la température. C'est pour cette même raison qu'on voit souvent les vitres en hiver mouillées tantôt en dedans, tantôt en dehors. Ce phénomène est facile à concevoir. Si l'air de l'appartement est beaucoup plus chaud que l'air extérieur, les vitres seront mouillées en dedans, parce que l'air chaud, se mettant en contact avec elles, se refroidira et y déposera l'eau qu'il ne pourra plus tenir en dissolution; par la même raison, les vitres seront mouillées en dehors si l'air extérieur est plus chaud que l'air intérieur. C'est à la même cause qu'on doit attribuer en hiver la visibilité de notre haleine qui, venant à éprouver un grand refroidissement, abandonne la plus grande partie de l'eau qu'elle contient. On démontre également la présence de l'eau dans l'air en exposant à son action un sel déliquescent qui passe bientôt à l'état liquide. Au reste, nous avons des instruments assez exacts pour reconnaître le degré d'humidité de l'air; ils sont connus sous le nom d'*hygromètres*.

EXPÉRIENCE. — *Hygromètre à cheveu, pour reconnaître le degré d'humidité de l'air.*

Cet instrument se compose d'un cheveu qu'on dégraisse en le faisant bouillir dans une eau contenant 0,01 de sulfate de soude. Un bout de ce cheveu est fixé et tendu par un petit contre-poids; l'aiguille est destinée à se mouvoir le long d'un quart de cercle gradué, lorsque le cheveu s'allonge ou diminue de longueur, lequel opère cet effet en passant sur une poulie très-mobile à laquelle est adaptée cette aiguille. M. de Saussure, à qui nous devons cet instrument, a divisé le cercle gradué en cent parties. 0° marque l'humidité extrême qu'il a prise en plaçant l'instrument sous une cloche placée sur la tablette de la cuve pneumatique, et le point 100 sons une cloche remplie d'un air bien sec ou contenant des sels déliquescents. Par la chaleur, le cheveu se raccourcit et fait descendre l'aiguille; par l'humidité, il s'allonge et la fait monter, de manière que plus le temps est sec ou humide, plus le cheveu doit s'allonger ou se raccourcir, et faire parcourir à l'aignille des degrés d'humidité ou de sécheressse. On trouve la figure de cet instrument dans le *Manuel de Physique*, faisant partie de l'*Encyclopédie-Roret*.

EXPÉRIENCE. — *Capucins hygromètres.*

Tout le monde connaît ces diverses figures représentant des capucins, des religieuses, etc., qui se recouvrent d'un capuchon ou d'un parapluie, etc., quand il pleut. Leur mécanisme est le même que le précédent, avec cette différence

qu'on emploie, au lieu d'un cheveu, de la corde à boyau qui, se tordant ou se détordant, en raison directe de l'humidité de l'air, fait mouvoir le capuchon ou le bras. Ces hygromètres sont défectueux et perdent bientôt leur pouvoir hygrométrique.

EXPÉRIENCE. — *Humidité des murailles après le dégel.*

Il est bien reconnu que l'air tient plus ou moins de vapeur d'eau, qu'il dépose en grande partie lorsqu'il se trouve en contact avec un corps d'une température inférieure à la sienne. Or, pendant les grands froids, les murailles se refroidissent beaucoup. Il est donc évident que, lorsque le dégel arrive, la température de l'air atmosphérique étant supérieure à la sienne, il doit nécessairement s'établir un équilibre pour lequel les murailles enlèvent du calorique aux couches d'air qui sont en contact avec elles ; par ce refroidissement, la vapeur d'eau se trouve liquéfiée et tapisse les murailles.

EXPÉRIENCE. — *Humidité des forêts dans les pays chauds.*

Dans les forêts des pays chauds, le soleil ne saurait pénétrer à travers leur épais feuillage sous lequel règne une fraîcheur constante. La raison en est simple, c'est que, l'air des environs étant très-chaud, et, par conséquent, chargé de vapeur d'eau lorsqu'il traverse la forêt, il y éprouve un refroidissement tel qu'il dépose la quantité d'eau qu'il ne retenait à l'état de vapeur qu'en faveur de sa température élevée. Telle est l'origine de beaucoup de sources. L'on a observé aussi que, dans les lieux où l'on a détruit les forêts, la plupart des sources ont disparu, tandis que dans d'autres localités, où l'on a fait des plantations vastes, il en a paru de nouvelles.

EXPÉRIENCE. — *Décomposition de l'eau.*

Prenez un tube de porcelaine, verni à l'intérieur, dans lequel vous avez introduit du fil-de-fer bien décapé ; placez ce tube transversalement dans un fourneau, adaptez à l'une de ses extrémités un tube en verre qui plonge dans un flacon à double tubulure ; de l'autre de ces tubulures, part un autre tube qui se rend sous une cloche pleine d'eau ; l'autre extrémité du tube de porcelaine reçoit le col d'une petite cornue qu'on a exactement pesée, ainsi que l'eau qu'elle contient. Ces dispositions prises, on allume le fourneau et l'on porte le tube de porcelaine au rouge cerise. On chauffe alors l'eau de la cornue ; une partie se réduit en vapeur, qui traverse le fil-de-fer, se décompose ; son oxygène se combine avec ce métal et se rend sous la cloche. L'opération terminée, si l'on

pèse la cornue et le flacon, on trouvera une diminution de poids qui sera égal à celui de l'hydrogène obtenu et à celui dont on a augmenté le fer par cette oxydation.

On peut également opérer cette décomposition en substituant au fer le bore et le carbone. Dans le premier cas; on aura pour produit du gaz hydrogène et de l'acide borique; dans le second, de l'hydrogène carboné et de l'acide.

EXPÉRIENCE. — *Décomposition de l'eau par l'électricité.*

Cette expérience est une des plus curieuses et des plus simples.

Prenez un grand entonnoir, coupez le goulot comme on l'a pratiqué (fig. 83), bouchez-le avec le bouchon de liège *b*, faites passer les deux fils séparés de la pile à travers le bouchon, de manière qu'ils le dépassent et pénètrent dans l'intérieur de l'entonnoir d'environ 41 millimètres; remplissez l'entonnoir d'eau et placez au-dessus de chaque fil une petite cloche remplie de ce liquide.

Dès que tout a été ainsi préparé, on voit dans les deux cloches de petites bulles s'élever à la partie supérieure et en remplir insensiblement toute la cavité. Si l'on examine ces deux gaz, on trouvera que celui de la cloche du pôle positif est de l'oxygène; et celui du pôle négatif, de l'hydrogène, l'un et l'autre dans les proportions requises pour faire de l'eau. On peut faire également cette expérience au moyen de deux entonnoirs dans chacun desquels pénètre un seul fil de la pile et qu'on fait communiquer au moyen d'un fil mouillé. Si l'on opère ainsi, on obtient dans la cloche placée dans l'entonnoir du pôle positif de l'oxygène, et dans l'autre de l'hydrogène. Tout porte à croire que l'un ou l'autre de ces deux gaz a été conduit dans l'autre vase par le fil conducteur.

Il est encore un fait plus curieux : si l'on remplit l'un des deux entonnoirs précités d'une solution saline, et l'autre d'eau pure, quand l'action a été assez prolongée, le sel est décomposé, et, si l'on a mis cette solution dans l'entonnoir du pôle négatif, qui ne contenait, dès le principe, que de l'eau pure; le contraire a lieu si elle a été placée au pôle positif.

EXPÉRIENCE. — *Pour composer de l'eau.*

Il est un fait bien connu, c'est qu'il y a formation d'eau toutes les fois qu'il y a combustion de gaz hydrogène. Dans les laboratoires de chimie on faisait cette expérience dans un appareil dû au célèbre Lavoisier; on recourt maintenant

à celui que nous allons emprunter à Thénard, et qui n'est qu'un perfectionnement du premier, le voici :

B (fig. 84), ballon de verre très-épais, de contenance de dix litres.

c c, virole en cuivre mastiquée au col du ballon.

c' c', pièce de cuivre vissée sur la virole *c c*, et à laquelle se trouvent soudés trois conduits de cuivre munis chacun d'un robinet, savoir :

1° Le conduit *d d f* terminé par une petite boule percée d'un trou dans lequel passerait à peine une aiguille très-fine ;

2° Le conduit *d'' d'* ;

3° Enfin, le conduit *d'' d'* (fig. 85).

m m (fig. 84 et 86), tige de cuivre recourbée inférieurement, terminée par une petite boule de cuivre *m'* et destinée à faire passer des étincelles électriques de *m* en *f*.

o o, bouchon de cuivre rodé, entrant à frottement dans la pièce de cuivre *c' c'*, et traversé par le tube de verre P P, (fig. 86), qui l'est lui-même par la tige *m' m'* dans le tube, et le tube dans le bouchon avec du mastic.

v v' v' v (fig. 84), tubes creux de verre communiquant avec les tubes *d d* et *d' d'*, et contenant de l'eau, de manière que leurs boules en soient à moitié pleines.

u u, support en bois pour placer le ballon.

u' u', colonne en bois servant à maintenir les trois conduits soudés à la virole *c' c'* du ballon, au moyen des vis *u' u''* aussi en bois.

h h' (fig. 85), tuyau flexible de cuir verni, ou de plomb, que l'on adapte au tuyau *d'' d''* par son extrémité *h'*, et à la platine de la machine pneumatique par son extrémité de verre *h*.

C A C (fig. 84), gazomètre destiné à mesurer la quantité de gaz oxygène que l'on introduit dans le ballon ; il est composé des pièces suivantes :

L, grande cloche graduée de verre, mobile et soutenue par le contre-poids K, au moyen d'une corde passant sur les poulies *i i*.

E, cylindre intérieur de fer verni, arrondi supérieurement et fermé de tous côtés.

c c, cylindre extérieur, séparé du cylindre E par l'intervalle *g g* d'environ 12 centimètres, que l'on remplit d'eau pour faire l'expérience.

g' g', fond de la cavité circulaire *g g*.

a a, rebord du cylindre extérieur servant à recevoir l'eau dont le niveau s'élève à mesure que la cloche L descend entre les deux cylindres.

y, robinet placé immédiatement au-dessus du fond *g' g*, et servant à vider l'eau contenue dans la cavité circulaire *g g*.

y', tuyau horizontal muni d'un robinet, et servant à introduire le gaz oxygène dans la cloche L, au moyen du tube vertical *t t* avec lequel il communique.

y'', autre tuyau horizontal muni d'un robinet, et s'adaptant d'une part au tuyau vertical *t t*, et de l'autre au tuyau SS' qui se rend dans le conduit *d' d'*.

PP, montant de cuivre fixé au cylindre extérieur par les vis *n n*, et servant de support aux poulies *i i*.

z z, vis destinée à mettre l'instrument de niveau.

a (fig. 87), extrémité conique du tube *z z*, rodée et entrant à frottement dans une cavité également conique et taraudée, où elle est maintenue par une vis circulaire creuse C.

C'est ainsi que s'adaptent le tube S S' avec les tubes *y'', d d*; le tube T T' avec les tubes *x'' d d* (fig. 84), et le tube *h h'* avec le tube *d' d''* (fig. 85).

C' C' C' (fig. 84), gazomètre semblable à celui C A C, destiné à conduire le gaz hydrogène, et communiquant avec le ballon B par le conduit X', T T'.

Lorsqu'on veut procéder à la composition de l'eau, on remplit la cloche L de gaz oxygène, en adaptant au tuyau *y'* le tube d'une cornue d'où l'on dégage ce gaz, et tenant fermé le robinet *y'* ; au fur et à mesure que la cloche se remplit, on place des poids dans le bassin K pour l'élever et maintenir l'équilibre entre la pression intérieure et celle de l'atmosphère. On remplit de la même manière la cloche L' de gaz hydrogène; on fait le vide dans le ballon B, en adaptant l'extrémité *h* du tuyau flexible *h h'* au tuyau *d' d''*, et l'extrémité *h* du même tuyau à la platine de la machine pneumatique (84) ; alors les robinets *e' e' y'* (fig. 84) étant fermés, on ouvre peu à peu ceux *e* et *y''* qui conduisent le gaz oxygène de la cloche L dans le ballon; lorsqu'il est plein, et les robinets *y''* et *e* étant ouverts, on fait passer continuellement des étincelles électriques de *m'* en *f*, en faisant communiquer la partie supérieure de la tige *m m'* avec la machine. On ferme ensuite le robinet *x'*, on ouvre ceux *x''* et *e'* et l'on presse fortement avec les mains la cloche L', afin de forcer le gaz hydrogène qu'elle contient de se rendre dans le ballon par l'extrémité *f* du tuyau *d d*; ce gaz s'enflamme par l'effet de l'étincelle électrique. Lorsque l'expérience est bien faite, la combustion du gaz hydrogène est continue sans être ni trop lente ni trop rapide; l'eau qui en est le produit se condense dans le ballon. On peut en obtenir des quantités plus ou moins fortes en fermant le robinet *e'* pour arrêter la

combustion; on remplit alors les cloches L et L de gaz hydrogène et oxygène qu'on fait passer ensuite dans le ballon; on allume de nouveau le gaz hydrogène par l'étincelle électrique, etc., en suivant de point en point tout ce qui a déjà été indiqué. Le résultat de cette expérience est la production d'une quantité d'eau dont le poids est égal à ceux réunis des gaz hydrogène et oxygène employés.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire de la glace.*

On met de l'eau dans une petite fiole, que l'on entoure d'un linge trempé dans l'éther ou du carbure de soufre; en en favorisant l'évaporation par un mouvement de rotation prolongé, et en entretenant ce linge imbibé de l'une de ces liqueurs, on parvient à congeler l'eau de cette petite fiole. Ce même effet est produit en vaporisant ces liquides dans le vide.

Cette production de glace est facile à expliquer. Il est bien reconnu que tous les corps liquides, en passant à l'état gazeux, absorbent du calorique qu'ils prennent aux corps environnants. Or, comme l'éther et le carbure de soufre sont très-volatils, ils en enlèvent tout-à-coup une si grande quantité à l'eau qu'ils entourent, que cette soustraction est suffisante pour la congeler. C'est sur ce même principe que repose la manière de rafraîchir certains liquides. Personne n'ignore que, dans l'été, les paysans exposent au soleil les bouteilles qui contiennent leur boisson, en les couvrant soigneusement d'une toile qu'ils ont la précaution d'entretenir mouillée; c'est l'évaporation de cette même eau qui, pour passer à l'état de vapeur, prend à la liqueur de la bouteille une partie de sa chaleur, et y introduit par conséquent un abaissement de température.

Autre.

On place deux vases sous le récipient de la machine pneumatique, on remplit l'un d'eau et l'autre d'acide sulfurique très-concentré; on fait le vide, et, lorsque la pression se trouve réduite à $0^m.007$, on intercepte la communication avec le corps de pompe; bientôt après, l'eau est congelée.

Voici la théorie de ce qui se passe dans cette expérience. La pression qu'éprouvait l'eau ayant cessé, elle se réduit en vapeurs, qui sont absorbées par l'acide sulfurique, de sorte que ces vapeurs enlevant successivement du calorique à l'eau, elle finit par se congeler.

Procédé pour se procurer de la glace en tous lieux et en toutes saisons sans le secours des glacières, par MM. DUMEILLE *et* BOUTIGNY.

On a recherché les moyens les plus faciles et les moins dispendieux de se procurer de la glace en tous lieux et en toutes saisons sans le secours des glacières. Le procédé dont on va lire la description, a constamment réussi : il remplit d'ailleurs toutes les conditions désirables.

L'appareil nécessaire se compose :

1° D'une boîte en bois de chêne de 365 millimètres de longueur, de 8 millimètres de largeur et de 162 millimètres de hauteur, toutes ces mesures prises de dedans en dedans;

2° De deux boîtes en fer-blanc construites dans la même forme, mais ayant chacune 325 millimètres de longueur, 16 millimètres de largeur et 176 millimètres de hauteur.

La boîte en bois est destinée à recevoir le mélange frigorifique : les deux boîtes en fer-blanc devront contenir l'eau qu'on se propose de convertir en glace.

Le mélange frigorifique se compose de 1 kil.1/2 d'acide sulfurique affaibli par une addition d'eau telle qu'il ne marque plus que 41 degrés à l'aéromètre ou pèse-acide. Dans le cas où on n'aurait pas cet instrument à sa disposition, on arriverait à ce résultat en mêlant ensemble sept parties en poids d'acide sulfurique du commerce, qui indique en général 66 degrés à l'aréomètre, avec cinq parties d'eau également en poids.

Quelques réflexions sont indispensables sur cette première opération.

Au moment où se fera le mélange d'acide et d'eau qui vient d'être indiqué, il se manifestera un très-grand dégagement de calorique, et la température de la liqueur s'élevera considérablement. Il faut donc éviter toute précipitation en versant l'eau dans l'acide ou l'acide dans l'eau, et surtout n'employer pour cette opération qu'un vase de grès qui présentera une résistance convenable.

Lorsque la température du mélange aura été ramenée à celle de l'atmosphère dans laquelle on opérera, ou, en d'autres termes, lorsqu'il sera refroidi, il sera propre à l'usage auquel il est destiné. On le versera donc à la dose de 1 kil. 1/2 dans la boîte de bois, et on y ajoutera à l'instant même 2 kilog. de sulfate de soude bien pulverisé. On agitera un instant ce mélange à l'aide d'un bâton, et on y plongera les deux boîtes de fer-blanc préalablement remplies d'eau pure et nette.

Ces deux boîtes devront être placées de manière à laisser entre elles et les parois intérieures de la boîte en bois, un léger intervalle, afin que le mélange d'acide et le sel puisse circuler librement autour des boîtes de fer-blanc.

L'effet de ce mélange est tel qu'un thermomètre qui y serait plongé indiquerait presqu'à l'instant un abaissement de 13 degrés et au-delà : au bout de 10 minutes, l'eau contenue dans les boîtes de fer-blanc commencera à se troubler, et bientôt des glaçons se formeront contre les parois intérieures. Quinze minutes après, l'eau des boîtes et le mélange frigorifique seront ramenés à une température commune, et, dès lors, ce dernier ne sera plus utile pour la continuation de l'opération. Il conviendra donc de procéder à un nouveau mélange qu'on substituera au premier et dans lequel les boîtes de fer-blanc devront être plongées de nouveau. Les glaçons augmenteront bientôt de volume, ils seront adhérents aux parois intérieures, et il sera indispensable de les en détacher soigneusement. Cette opération se fera avec une grande facilité, en pressant plusieurs fois entre les doigts, pour les rapprocher l'une de l'autre, les feuilles de fer-blanc qui composent les grands côtés des boîtes ; par ce moyen, la partie de l'eau qui ne sera point encore convertie en glace se mettra directement en contact avec les parois de fer-blanc, et elle recevra immédiatement l'effet des mélanges frigorifiques. Cette petite opération est de la plus grande importance, et le succès dépend presqu'entièrement de son exécution.

En général, après 40 ou 50 minutes, l'eau est totalement convertie en glace ; si, contre toute attente, on n'était arrivé qu'imparfaitement à ce résultat, il faudrait recourir à un troisième mélange, et procéder comme on l'a indiqué pour les deux premiers.

Chacune des deux boîtes contiendra une tablette de glace très-pure et très-solide, du poids de 750 grammes.

Il reste, pour compléter cette note, à présenter quelques observations générales :

Lorsqu'on opérera pendant l'été, il sera très-utile de préparer ces mélanges dans une cave dont la température constante est à peu près de + 10 degrés : on emploiera l'eau sortant du puits, et on mettra à la cave, avant d'en faire usage, l'acide et le sulfate de soude.

Les diverses manipulations qui viennent d'être indiquées exigent quelques précautions, afin de ne pas faire rejaillir sur ses vêtements, et surtout sur son visage, quelques portions du mélange frigorifique. Une seule goutte de ce mé-

lange, composé d'acide sulfurique, qui s'introduirait dans les yeux, produirait un effet funeste, et les vêtements qui en seraient atteints seraient entièrement corrodés.

Enfin, on devra apporter quelque soin dans le choix du sulfate de soude, et éviter d'employer celui qui serait effleuri. L'inobservation de cette recommandation a dû contribuer à faire échouer l'opération.

Si on ne voulait pas faire immédiatement usage de la glace, on l'envelopperait avec un morceau d'étoffe de laine, ou avec de la paille, et on la placerait dans le lieu le plus frais dont on pourra disposer.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire vaporiser la glace sans le secours du feu ni de l'air.*

Dans l'expérience précédente (page 321), si l'on continue de laisser agir l'acide sulfurique sur la vapeur, il en résulte que la glace disparaît complètement, même celle dont on a porté la température à — 40 degrés.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire de la glace en grand et dans toutes les saisons.*

On prend 2 kilog. 1/2 de sulfate de soude et 2 kilogrammes d'acier sulfurique à 36 degrés ; on les mêle ensemble dans un baril et on y plonge ensuite un vase en verre ou en métal rempli d'eau ; l'on prépare deux autres mélanges semblables et on y réitère deux autres fois l'immersion du même vase : dès-lors l'eau est congelée. Si l'on opérait avec une grande dose de mélange, la congélation aurait lieu à l'instant même, tandis qu'avec les quantités prescrites, le baril et le vase lui cèdent une partie de leur calorique.

Il est aisé de voir que le froid produit est dû au calorique qu'absorbe le sulfate de soude en s'unissant à l'acide sulfurique et passant à l'état liquide. On peut tirer parti de ces mélanges en saturant l'acide sulfurique par la soude, et faisant évaporer cette solution jusqu'à une très-légère pellicule ; le produit sera du sulfate de soude, qui pourra être employé pour de nouvelles expériences.

EXPÉRIENCE. — *Pour produire des degrés de froid extraordinaires.*

On produit des froids artificiels considérables par le simple mélange de la glace ou la neige avec les sels déliquescents, ainsi qu'avec quelques acides, tels que le nitrique, le sulfurique, etc.; c'est sur cette propriété qu'est fondé l'art

des glaciers. Nous allons exposer les mélanges les plus efficaces.

1° Une partie d'acide sulfurique avec quatre de glace produisent un degré de froid de 20 degrés au-dessous de zéro;

2° Sept parties de neige et quatre d'acide nitrique produisent un abaissement de température de — 43°; et un mélange de six parties de sulfate de soude, quatre d'hydrochlorate d'ammoniaque, deux d'hydrochlorate de potasse et quatre d'acide nitrique, porte la température à — 42°;

3° Parties égales de sel de cuisine (hydrochlorate de soude) et de neige ou de glace abaissent la température à 18°. Ce sont les proportions que les limonadiers emploient pour la préparation des glaces;

4° Si l'on expose séparément dans le mélange n° 2 deux parties de neige et trois d'hydrochlorate de chaux, et, qu'après avoir attendu qu'elles aient été portées à la température de ce mélange, on les mêle, le froid qu'elles produisent est de 27 degrés.

5° En exposant dans ce dernier mélange frigorifique, et séparément, une partie de neige et deux de ce sel, on obtient un degré de froid de 54 degrés;

6° Si l'on fait les mêmes expériences avec huit parties de neige et dix d'acide sulfurique affaibli, l'abaissement de température est porté à son *maximum*, qui est 68 degrés.

Cette production de froid est facile à expliquer : les corps solides ne peuvent passer à l'état liquide qu'en absorbant du calorique qu'ils prennent aux corps avec lesquels ils sont en contact. Or, ici les sels, en se fondant, en enlèvent à la neige ou à la glace, et en abaissent la température à tel point qu'on peut porter celle de la glace jusqu'à 50°. En cet état, la glace devient si dure, que, réduite seulement à — 20°, on peut la tailler et la réduire en poudre.

Nous allons joindre ici les tableaux des mélanges frigorifiques de M. Walder.

TABLEAU

Des mélanges frigorifiques propres à produire divers degrés de froid, sans le secours de la glace

MÉLANGES.		Abaissement du thermomètre.	Degrés de froid produits.
	parties.		
Hyd. chlor. d'amm.	5	de + 10° à — 11°.	21°,11.
Nitrate de potasse.	5		
Eau.	16		
Hyd, chlor. d'amm.	5	de + 10 à — 15°,50.	25°,50.
Nitrate de potasse.	5		
Sulfate de soude	8		
Eau.	16		
Nitrate d'ammoniac.	1	de + 10° à — 16°.	26°.
Eau.	1		
Nitrate d'ammoniac.	1	de + 10° à — 13°,88.	23°,88.
Carbonate de soude.	1		
Eau.	1		
Sulfate de soude.	3	de + 10° à — 16°,11.	26°,11.
Acide nitrique étendu.	2		
Sulfate de soude.	6	de + 10° à — 12°,22.	22°,22.
Hyd. chlor. d'ammon.	4		
Nitrate de potasse.	2		
Acide nitrique étendu.	4		
Sulfate de soude.	6	de + 10° à — 10°.	20°.
Nitrate d'ammoniac.	5		
Acide nitrique étendu.	4		
Phosphate de soude.	9	de + 10° à — 10°,11.	21°,11.
Acide nitrique étendu.	4		
Phosphate de soude.	9	de + 10° à — 6°,11.	16°,11.
Nitrate d'ammoniac.	6		
Acide nitrique étendu.	4		
Sulfate de soude.	8	de + 10° à — 17°,77.	27°,77.
Acide hydrochlorique.	5		
Sulfate de soude.	5	de + 10° à — 16°,11.	26°,11.
Acide sulfurique étendu.	4		

Nota. Si ces substances sont mélangées à une température plus élevée que celle qui est mentionnée dans le tableau, l'effet sera proportionnellement plus grand, si l'on fait usage de celui des mélanges qui est le plus puissant. Lorsque l'air est à plus de 30 degrés, le thermomètre descendra à — 17°, et alors le froid produit sera de 48°.

TABLEAU.

Des mélanges frigorifiques composés de glace, de neige, de sels et d'acides.

MÉLANGES.		Abaissement du thermomètre.	Degrés de froid produits.
	parties.		
Neige ou glace pulvérisée.	2	Pour toute température. à — 20.	» »
Hydrochlorate de soude.	1		
Neige ou glace pulvérisée.	5	à — 24.	» »
Hydrochlorate de soude.	2		
Hydrochlorate d'ammon.	1		
Neige ou glace pulvérisée.	24	à — 28.	» »
Hydrochlorate de soude.	10		
Hydrochlorate d'ammon.	5		
Nitrate de potasse.	5		
Neige ou glace pulvérisée.	12	à — 31.	» »
Hydrochlorate de soude.	5		
Nitrate d'ammoniac.	5		
Neige.	3	de 0 à — 30.	30
Acide sulfurique étendu.	2		
Neige.	8	de 0 à — 33.	33.
Acide hydrochlorique.	5		
Neige	7	de 0 à — 34.	34.
Acide nitrique étendu.	4		
Neige.	4	de 0 à — 40.	40.
Hydrochlorate de chaux.	5		
Neige.	2	de 0 à — 45.	45.
Hydrochlorate de chaux cristallisé.	3		
Neige.	3	de 0 à — 46.	46.
Potasse.	4		

Nota. La raison des omissions que l'on remarque dans la dernière colonne, est que le thermomètre descend, au moyen de ces mélanges, au degré indiqué dans la colonne précédente, et qu'il ne descend jamais plus bas, quel que soit le degré de température auquel ces substances sont mélangées.

TABLEAU

Des mélanges frigorifiques pris dans les tableaux précédents, et combinés de manière à produire le degré de froid le plus intense.

MÉLANGES.		Abaissement du thermomètre.	Degrés de froid produits.
	parties.		
Phosphate de soude.	5	de — 32 à — 36.	4.
Nitrate d'ammoniac.	3		
Acide nitrique étendu.	4		
Phosphate de soude.	3	de — 36 à — 46.	10.
Nitrate d'ammoniac.	2		
Acides mêlés et étendus.	4		
Neige.	3	de — 32 à — 43.	11.
Acide sulfurique étendu.	2		
Neige.	8	de — 23 à — 46.	23.
Acide sulfurique étendu.	3		
Acide nitrique étendu.	5		
Neige.	1	de — 27 à — 47.	20.
Acide nitrique étendu.	1		
Neige.	3	de — 7 à — 44.	37.
Hydrochlorate de chaux.	4		
Neige.	4	de — 12 à — 48.	36.
Hydrochlorate de chaux.	3		
Neige.	2	de — 9 à — 55.	46.
Hydrochlorate de chaux.	3		
Neige.	1	de — 34 à — 44.	22.
Hydrochlorate de chaux cristallisé.	2		
Neige.	1	de — 40 à — 58.	18.
Hydrochlorate de chaux cristallisé.	3		
Neige.	8	de — 54 à — 64.	9.
Acide sulfurique étendu.	10		

Nota. Les substances désignées dans la première colonne doivent être refroidies, avant leur mélange, à la température requise, au moyen de l'une des compositions frigorifiques désignées dans les tableaux précédents.

EXPÉRIENCE. — *Sel réfrigérant.*

M. Vauquelin a analysé un sel réfrigérant anglais, qu'il a trouvé composé de la manière suivante :

Hydrochlorate	de potasse.	57
—	d'ammoniaque. . . .	33
—	de potasse.	10
		100

Ce sel, agité promptement dans quatre parties d'eau, fait descendre le thermomètre de Réaumur de +20 à —5. Un mélange salin fait avec les mêmes proportions a produit le même effet.

EXPÉRIENCE. — *Congélation de l'eau par l'éther.*

Parmi les deux moyens employés par les physiciens pour congeler l'eau, le suivant est assez généralement connu. On prend une ampoule de verre, terminée par un petit tube d'environ 1 à 2 centimètres de longueur; on introduit de l'eau dans l'ampoule et le tube, on enveloppe le tout d'une éponge ou d'un morceau de coton et laine imbibé d'éther, ou de tout autre liquide très-évaporable; on place l'ampoule ainsi préparée sous le récipient de la machine pneumatique, et l'on fait le vide. La vaporisation rapide de l'éther enlève assez de calorique à l'ampoule et à l'eau qu'elle contient, pour faire passer celle-ci à l'état de glace. Au moment où l'on commence à faire le vide, la température de l'eau baisse, et l'enveloppe de l'ampoule se dessèche; mais, quelques instants avant la congélation, il se présente un fait très-curieux que M. le professeur Pontus a observé le premier. C'est une *étincelle bien visible en plein jour* qui s'échappe du petit tube qui termine l'ampoule. Ce phénomène est si vrai et si général, que toutes les fois que l'auteur a remarqué cette étincelle, il en a conclu que la congélation de l'eau allait avoir lieu; et que, toutes les fois qu'il n'apercevait pas d'étincelle, il présumait que l'instant de la congélation était encore éloigné. M. Pontus dit ne s'être jamais trompé dans ses prévisions.

Singulière production de froid par la trituration de deux solides, par ORIOLI.

On sait depuis longtemps, par les expériences de Necker, que deux amalgames solides de plomb et de bismuth se liquéfient par la trituration lente au moyen de la boule d'un thermomètre. Dans une expérience, M. Orioli a vu le ther-

momètre de Réaumur descendre de 22°, et, comme l'observe l'auteur, l'expérience est d'autant plus remarquable que ces corps sont de bons conducteurs de la chaleur.

Elasticité de la glace.

Cette propriété a été annoncée par plusieurs physiciens. M. Bevan voulant en avoir des preuves plus certaines, en conséquence, un parallélipipède de la glace ayant 100 pouces anglais de long sur 10 de large et 3, 99 d'épaisseur, cette dernière dimension étant dans le sens vertical, fut taillé au bout d'un glaçon de trois pieds de largeur et de même épaisseur; on posa ensuite à deux pouces du bout du parallélipipède, ou à 98 pouces de son point de réunion au bloc, un poids de 25 livres (avoir du poids); cette livre équivaut à 0,4534 kil., tandis que la livre française est de 0,4895; ce poids fit infléchir le parallélipipède de 0,206 pouces.

EXPÉRIENCE. — *Faire crever un canon de fusil très-épais, ou une sphère de cuivre, au moyen de l'eau.*

Prenez un canon de fusil ou une sphère de cuivre, l'un et l'autre fort épais; remplissez-les exactement d'eau et bouchez-les au moyen d'une forte vis; exposez alors ce canon ou ce globe à un très-grand degré de froid, l'un et l'autre creveront.

On peut se rendre compte de ce fait de la manière suivante : l'eau, en diminuant de température, diminue, comme tous les autres corps, de volume; mais, lorsqu'elle se trouve portée à 4° au-dessus de 0, ce même volume augmente au contraire par la disposition symétrique que commencent à prendre ses molécules. En passant enfin à l'état de glace, elle augmente encore de volume avec une force et une expansion telle que les vases qui en contiennent suffisamment sont cassés, et que, dans les hivers rigoureux, on voit même les pierres se fendre. Quelques physiciens ont calculé que, dans ce cas, la force de la glace était égale à celle qui soutiendrait un poids de 13,570 kilogrammes.

RÉCRÉATION 126. — *Construction d'un palais et de canons de glace.*

Il est un fait bien démontré, c'est que, plus la glace est refroidie, ou pour mieux dire, plus elle a perdu de son calorique, plus elle devient dure. Dans les régions les plus septentrionales, cette dureté est telle qu'elle est à peine sensible au choc du marteau. C'est d'après la connaissance de cette propriété que, durant l'hiver très-rigoureux de 1740, on

construisit à Pétersbourg, avec de la glace provenant de la *Newa*, et ayant une épaisseur de 650 à 975 millimètres, un très-beau palais de glace d'une longueur de 17 mètres 115 millimètres, d'une largeur de 5 mètres 211 millimètres, et d'une hauteur de 6 mètres 510 millimètres. On fit et l'en plaça devant ce palais six canons de glace, épais de 108 millimètres, avec leurs affûts également de glace, ainsi que deux mortiers d'un calibre égal à ceux de bronze. On chargea ces canons comme ceux de métal, avec cette différence qu'au lieu de 1 kilog. 1/2 de poudre, on n'en mit que 367 grammes; l'explosion n'en fut pas moins forte, et le boulet d'un de ces canons perça une planche épaisse de 54 millimètres, que l'on avait placée à une distance d'environ 60 pas.

Il est digne de remarque qu'aucun de ces canons ne creva.

EXPÉRIENCE. — *Pour démontrer que la glace contient de l'air.*

Prenez un morceau de glace que vous attacherez à une balle de plomb; plongez-le dans de l'eau chaude, et vous ne tarderez pas à apercevoir, à mesure que la glace se fondra, de petites bulles qui traverseront l'eau et viendront crever à sa surface.

RÉCRÉATION 127. — *Chandelle de glace qui brûle.*

Prenez une chandelle, que vous enduirez d'un mélange de charbon et de soufre en poudre, en couvrant de papier sa partie supérieure; trempez-la dans l'eau et exposez-la à l'air pendant les fortes gelées, il s'y formera tout autour une légère couche de glace qui deviendra d'autant plus épaisse que cette chandelle recevra un plus grand nombre de couches d'eau par des immersions successives. Quand elle sera au point désiré, on pourra l'allumer par le bout recouvert de papier.

EXPÉRIENCE. — *Pour empêcher l'eau de se congeler au degré ordinaire.*

Il est également reconnu que l'eau ne se congèle à 0 que lorsqu'elle contient du limon; on peut retarder cette congélation par les procédés suivants :

1° Les substances salines en retardent d'autant plus la congélation, que, pour faire passer à l'état de glace de l'eau saturée d'hydrochlorate de chaux, il faut un degré de froid de — 40;

2° L'eau aérée se congèle à 3°, 5;

3° L'eau distillée à 5°;

4° Si l'on met de l'eau dans un matras fermé à la lampe, on peut abaisser sa température jusqu'à 5 et même 6° sans la congeler ; mais, si on l'agite, la congélation a lieu aussitôt ;

5° L'eau de mer se congèle à 6° 2/9.

Dans tous les cas, l'eau, en se congelant, cristallise en aiguilles qui se croisent sous des angles de 60 à 120°.

EXPÉRIENCE. — *Prendre une pièce d'argent dans un vase rempli d'eau sans se mouiller.*

Saupoudrez la surface de lycopode, et lorsque vous y plongerez la main pour aller prendre la pièce d'argent, la poudre de lycopode, s'appliquant sur la peau, la défendra du contact de ce liquide. Il suffira ensuite de secouer la main pour la débarrasser de cette poudre.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire rouler des gouttes d'une liqueur sur une autre.*

Remplissez, en aspirant, la boule d'une pipette d'alcool chaud, et laissez tomber le liquide en gouttes par l'extrémité capillaire de cette pipette, d'une hauteur d'environ 325 millimètres, sur de l'alcool également chaud et placé dans une soucoupe ; les gouttes qui tomberont rouleront pendant quelques secondes et en divers sens sur la surface de l'alcool de la soucoupe.

Cet effet est dû à la vapeur alcoolique produite par les gouttes qui tombent, laquelle intercepte leur contact avec la liqueur.

RÉCRÉATION 128. — *Faire brûler une bougie ou faire vivre un oiseau dans l'eau.*

On place sur une large plaque de liège une bougie allumée ou un oiseau ; on met cette plaque sur la cuve pneumato-chimique ; on la recouvre d'une cloche en verre que l'on comprime fortement pour la faire descendre dans l'eau. On voit alors, au fond de la cuve, l'animal respirer ou la bougie brûler tant que l'air de cette cloche contient de l'oxygène ; mais, dès que, par la combustion ou par la respiration, on l'en a presque entièrement dépouillée, l'animal meurt, ou la bougie s'éteint, et l'eau monte peu à peu dans la cloche pour remplir l'espace occupé par le gaz oxygène.

Si on fait cette expérience dans une rivière ou dans la mer, et qu'au lieu d'une cloche on emploie un vaste tonneau ou un vaisseau construit de manière à ce qu'il puisse contenir un homme avec une suffisante quantité d'air ; qu'il soit lesté d'un poids suffisant pour le faire descendre dans

l'eau et lui conserver une position verticale, on a ce qu'on appelle une *cloche à plongeur*, au moyen de laquelle un individu peut vivre au fond de l'eau un temps d'autant plus long que cette cloche contient une plus grande masse d'air. Dans cette cloche, comme dans la précédente, l'air s'y trouve d'autant plus comprimé qu'on pénètre à une plus grande profondeur, ce qui fait qu'outre les dangers de sa variation, il comprime fortement les divers organes, et provoque souvent des hémorrhagies nasales et gutturales.

RÉCRÉATION 129. — *Pour produire des bulles de feu dans l'eau.*

Râclez du phosphore sous l'eau, projetez-y ensuite du chlorate de potasse en paillettes; portez au fond du liquide, au moyen d'un tube ayant un petit entonnoir à l'extrémité supérieure, et étant effilé par l'autre, de l'acide sulfurique, il se produira aussitôt de petites bulles enflammées que l'on verra monter dans l'eau.

EXPÉRIENCE. — *Action de l'huile sur l'eau.*

Mettez un peu d'eau dans une soucoupe, et projetez-y une goutte d'huile à la surface; elle s'y étendra aussitôt rapidement, et donnera lieu à une couche très-mince offrant des cercles concentriques colorés agréablement. Si, par hasard, il existe quelque corps léger sur l'eau, on le voit, au moment où la goutte d'huile s'étend, se porter avec force du centre à la circonférence de la surface de la liqueur.

EXPÉRIENCE. — *Action de l'esprit-de-vin sur l'eau.*

Si, après avoir humecté le fond d'une soucoupe avec de l'eau, on y laisse tomber une goutte d'alcool, aussitôt l'eau est repoussée très-loin autour de cette goutte, et la soucoupe reste sèche.

Si l'on fait cette expérience avec une soucoupe pleine d'eau, aussitôt que l'esprit-de-vin est en contact avec le liquide, on distingue un frémissement très-vif; et, s'il existe à la surface de l'eau quelques corps légers, ils sont aussitôt projetés avec force un peu loin.

EXPÉRIENCE. — *Action du camphre sur l'eau.*

Il suffit de mettre un morceau de camphre sur l'eau pour le voir agité en divers sens et d'une manière très-marquée : il est bien difficile d'expliquer mathématiquement les diverses actions de ces corps les uns sur les autres. M. Prévôt les regarde comme étant produites par l'émanation des

parties odorantes qui s'évaporent des corps mis en contact avec l'eau.

EXPÉRIENCE. — *Explosion produite par l'eau et l'huile ou la graisse bouillantes.*

Pour produire cet effet, il suffit de jeter un peu d'eau dans de la graisse ou de l'huile bouillante. Il est dû à ce que l'eau, entrant en ébullition à une température inférieure à celle de l'huile, est réduite aussitôt en vapeur.

EXPÉRIENCE. — *Explosion produite par la vapeur d'eau et l'antimoine.*

Faites arriver de la vapeur d'eau sur l'antimoine en fusion, et multipliez les points de contact par l'agitation du métal, vous produirez une série d'explosions très-fortes dues à la décomposition de la vapeur, dont l'oxygène se portera sur l'antimoine, et l'hydrogène sera dégagé.

RÉCRÉATION 130. — *Explosion des bombes à la chandelle.*

Soufflez à l'extrémité d'un tube une boule de verre; introduisez-y un peu d'eau, et scellez l'autre bout; placez cette boule sur la flamme d'une chandelle, bientôt la force de la vapeur, la faisant éclater avec explosion, éteindra la chandelle.

RÉCRÉATION 131. — *Horloge à eau.*

Cette horloge est très-simple : elle consiste en un vase de verre ou de faïence, ayant environ 325 millimètres de haut sur 108 millimètres de diamètre, et au fond duquel est adapté le tuyau, qui doit avoir 9 ou 11 millimètres de diamètre, et être effilé à la lampe de manière à ne donner issue à l'eau que goutte à goutte. Ce vase doit être supporté par le baquet, qui est en outre destiné à recevoir l'eau qui en sort. Un couvercle qui couvre le vase livre passage par une ouverture au tube de verre, qui doit être de 325 millimètres de hauteur, et de 7 millimètres de diamètre, et auquel est joint un petit globe, également en verre, dans lequel on coule, par la partie supérieure, un peu de mercure, pour le tenir en équilibre sur l'eau dont le vase se trouve rempli. Il est évident que l'air agissant par sa pression sur l'eau, elle doit s'écouler peu à peu par le tube. Or, lorsqu'on veut régler cette horloge, on colle une bande de papier tout le long du tube; et, après avoir bien rempli le vase d'eau, on trace un trait qui indique zéro sur le papier au point où il touche l'ouverture supérieure du couvercle. On place à côté

une très-bonne montre; et, à chaque heure, on trace sur le papier du tube un nouveau trait, jusqu'à ce que toute l'eau du vase étant écoulée, le globe du tube en aille toucher le fond. Il est aisé de voir que, plus le vase sera grand et l'ouverture du tube petite, plus cette horloge marquera les heures plus longtemps. Il est bon de faire remarquer qu'on doit opérer avec de l'eau distillée, afin de ne pas s'exposer à obstruer, par l'eau ordinaire, l'issue du tube. L'horloge à eau est très-exacte et repose sur la même théorie que celle à sable; dès qu'on a déterminé, par le calcul, sa durée, en ayant soin de la remplir d'eau à la fois, et de diviser le tube en douze parties ou heures, ou bien en vingt-quatre, trente-six, etc., suivant le temps que l'eau met à sortir, on est sûr d'avoir une horloge d'un usage continuel et sans aucun frais d'entretien.

M. Blanc, de Grenoble, a présenté à l'Académie des Sciences le modèle d'une horloge mue par l'eau. M. Mathieu en a rendu un compte favorable dans la séance du 26 mars 1827 : il en résulte qu'avec un réservoir de 1,500 litres d'eau, on peut alimenter la roue motrice pendant trois mois. Ce réservoir n'aurait qu'un mètre de hauteur et de largeur, et un mètre et demi de longueur. D'après cela, à Paris, où il tombe, chaque année, 50 centimètres d'eau, un toit de 9 mètres de superficie, serait suffisant pour entretenir le mouvement de la roue motrice.

RÉCRÉATION 132. — *Faire sortir le vin d'une bouteille et la remplir d'eau sans la toucher.*

Prenez une petite bouteille à goulot très-étroit, remplissez-la de vin, et plongez-la dans un vase de verre plein d'eau, et dont la hauteur dépasse d'environ 54 millimètres celle de la bouteille; vous verrez aussitôt le vin s'élever en forme de petite colonne et venir nager à la surface de l'eau, tandis que ce liquide ira occuper sa place au fond de la bouteille.

Cet effet est dû à la pesanteur plus grande des molécules de l'eau, qui, déplaçant celles du vin, les forcent de s'élever. On obtient les mêmes résultats avec l'éther, l'huile, etc.

EXPÉRIENCE. — *Métaux qui font explosion avec l'eau oxygénée.*

On connaît quatre oxydes métalliques, et deux métaux qui sont doués de cette propriété; ce sont : l'oxyde d'argent extrait du nitrate, le tritoxyde de plomb provenant de l'action de l'acide nitrique sur le minium ; l'oxyde de manganèse artificiel et celui d'osmium. Les métaux sont : l'argent ob-

tenu de la réduction de l'oxyde d'argent par l'eau oxygénée, et le platine produit par la calcination d'un mélange d'hydrochlorate ammoniacal de platine, etc.

Pour produire des explosions avec ces oxydes et ces métaux, il faut les obtenir dans le plus grand état de division et de siccité, et laisser tomber sur eux, goutte à goutte, le péroxyde d'hydrogène. Si l'expérience se fait dans l'obscurité, on aperçoit un dégagement sensible de lumière.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire bouillir de l'eau à la surface de la glace.*

Dans un tube de verre cylindrique de la longueur de 217 à 270 millimètres et de 13 millimètres de diamètre, mettez une quantité d'eau suffisante pour y occuper la hauteur de 27 millimètres au plus ; entourez-le d'un mélange congelant, de manière que l'eau forme une masse de glace ; remplissez ensuite le tube d'eau froide jusqu'à 27 millimètres du bord, et entourez d'une flanelle double la partie inférieure qui contient la glace ; présentez ensuite le tube incliné à un angle d'environ 45°, sur la flamme d'une lampe à un angle, de manière que la portion de l'eau qui se trouve dans la partie supérieure du tube soit seule échauffée, ayant soin de tenir le tube dans la main par la partie entourée de flanelle.

Effet. La surface de l'eau ne tarde pas à entrer en ébullition ; en appliquant alors la chaleur de proche en proche, et graduellement jusque vers la partie inférieure du tube, l'on fera ainsi bouillir fortement l'eau, jusqu'à environ 13 millimètres de la surface de la glace, sans en faire fondre une portion notable.

Si l'on fait l'expérience d'une manière inverse, en appliquant la chaleur de bas en haut, la glace sera promptement fondue.

De la vapeur d'eau.

L'eau exposée à l'action du calorique se dilate ; cette dilatation commence par les molécules qui sont le plus près du foyer, et qui, acquérant plus de légèreté, forment un courant qui se porte à la surface du liquide, tandis que les couches froides en établissent un autre qui descend. Lorsque l'eau est échauffée à 100° c., sous la pression de 0,76, sa température n'augmente plus, mais les couches le plus près du foyer viennent crever en bulles à la surface, et se réduisent en vapeur : c'est ce qu'on appelle *ébullition*. La vapeur de l'eau a un volume 1700 fois plus grand que celui qu'avait

l'eau ; elle forme un gaz transparent et invisible, que l'on nomme *vapeur aqueuse*, lequel se réduit en liqueur dès qu'elle est en contact avec un corps plus froid. Quoique la vapeur d'eau n'ait qu'une chaleur thermométrique de 100° C., cependant elle contient une si grande quantité de calorique latent, que, sous une pression de 0,76, elle rend latente de 5 fois 30 à 5 fois 50 autant de chaleur qu'elle en a besoin pour voir sa température portée de 0 à 100° C. En conséquence, si l'on fait passer 1 kilogramme de vapeur d'eau à 100 dans 5 kilogrammes 30 à 5 kilogrammes 50 d'eau à 0, le résultat sera 6 kilogrammes 30 à 6 kilogrammes 50 d'eau, dont la température sera à 100; il faut supposer que l'expérience aura été faite sans perte. Clément-Desormes a fait de curieuses expériences sur la vapeur, et il a présenté comme une loi, qu'une masse donnée de vapeur constituée jusqu'à la saturation de l'espace contient la même quantité de chaleur, quelles que soient la température et la force élastique. Cette loi, dit-il, n'a lieu que pour les différents états d'une même vapeur, et non pour les différentes vapeurs dont la constitution exige des quantités de chaleur propres à chacune. Les conséquences qu'en retirent les physiciens, c'est « qu'une » vapeur est une combinaison de chaleur et de matière à » proportions fixes, dont la tension et la température sont en » raison inverse de l'espace qu'elle occupe.

» Quel que soit le volume qu'elle acquiert par son expan- » sion mécanique, quel que soit l'abaissement de température » qui s'ensuive, elle conserve l'état élastique sans recevoir » aucune addition de chaleur. De même, si elle était com- » primée dans un vase imperméable à la chaleur, et que par » conséquent, elle ne pût rien perdre de ce qu'elle contient, » elle ne retournerait pas à l'état liquide par la plus grande » pression, parce que, conservant sa dose constitutive de » chaleur, sa température s'éleverait, par suite de la réduc- » tion de volume, d'autant plus qu'il serait nécessaire pour » rendre l'état élastique permanent. C'est une autre consé- » quence aussi fort importante que celle-ci : « *la chaleur* » *spécifique de la vapeur augmente avec son volume.* »

Thénard, d'où nous avons extrait ce passage, ajoute : « M. Clément Desormes la déduit encore du principe qu'il a » posé ; il soutient également que, dans le passage à l'état » élastique, l'eau éprouve une grande augmentation de cha- » leur spécifique, et que ce changement suffit pour rendre » parfaitement raison de la chaleur absorbée dans le phé- » nomène, sans avoir recours au calorique latent, qu'il re- » garde comme une hypothèse inutile. »

La force élastique de la vapeur d'eau ou sa tension et sa

pression dépendent de leur température. Dalton a présenté, dans un tableau que MM. Biot et Thénard ont publié dans leurs ouvrages, la force élastique de la vapeur d'eau évaluée en millimètres pour chaque degré du thermomètre centigrade; nous y renverrons nos lecteurs.

La pression barométrique ou tension que produit la vapeur, et dont la force est en raison directe de sa température, a reçu dans les arts de nombreuses et d'heureuses applications comme force motrice. En effet, au moyen de la vapeur d'eau, on imprime une telle pression, qu'on supplée par ce moyen aux forces motrices des hommes et des chevaux. Les bateaux à vapeur, diverses presses, les bateaux de remorque, les pompes hydrauliques, etc., etc., en offrent des exemples; nous allons en présenter une application.

Des machines à vapeur.

Après avoir parlé de la vapeur d'eau et de sa force élastique, nous avons cru devoir donner ici une idée générale des machines à vapeur, afin que nos lecteurs pussent y puiser quelques données. Nous nous sommes borné à parler de celle de Watt. Pour plus de détails, nous renvoyons à l'ouvrage de M. Janvier, auquel cet article est emprunté.

La puissance des machines à vapeur peut être, en général, considérée comme le résultat d'un courant de vapeur plus ou moins vigoureux, qui passe, en temps convenable, sous un piston mobile, et qui, après ce trajet, se trouve refoulé à l'état d'eau dans la chaudière qui l'a produit.

La figure 110 représente l'appareil qu'on met ordinairement en usage pour profiter avec avantage de ce principe. A est un foyer concentrique à la chaudière; entre ces deux cylindres est l'eau qui doit fournir la vapeur. T est l'extrémité du tube de la cheminée qui communique avec le foyer, après avoir traversé la capacité occupée par l'eau. M, cylindre; E, tige de piston moteur. Elle passe dans une boîte à étoupe imperméable KR, qui doit contenir des matières grasses destinées à lubrifier cette tige. GH, balancier; il communique la puissance du piston à la bielle du volant. II sont deux tiges qui correspondent, l'une au piston de la pompe alimentaire de la chaudière, l'autre à celui de la pompe du condenseur. La tige F, qui circule dans une ouverture pratiquée à la traverse TT, porte deux bourrelets qui, en s'appuyant sur elle, ouvrent et ferment, en même temps convenable, les soupapes d'introduction; l'autre tige fonctionne semblablement.

Quand le feu est allumé, on attend que la vapeur ait acquis le degré de tension sous lequel on veut faire travailler

la machine. D'abord, le premier effet produit par la vapeur, sera de chasser l'air des différentes capacités qui entrent dans le système de la machine. Cette opération se termine en peu d'instants, et, lorsque toutes les parties en contact avec la vapeur auront acquis une chaleur suffisante, elle entrera en fonction.

La vapeur, en s'introduisant, en temps convenable, et alternativement, dans chacune des deux parties du cylindre, donne au piston de la puissance nécessaire pour faire agir le balancier auquel sont adaptées, d'une part, les tiges des pompes et la tringle de la soupape d'introduction : de l'autre, la bielle qui met en mouvement le volant. C'est, nous l'avons dit, de ce dernier que l'on retire la puissance qu'on doit employer. La force, ainsi produite et réduite à l'axe du volant, sera égale à la pression moyenne de la vapeur, plus celle de l'atmosphère, moins la résistance due au frottement des différentes parties de l'appareil, moins encore, la quantité due à l'imperfection du vide; il faudra encore retrancher les inégalités de puissance qui résultent des positions défavorables des bielles qui, dans plusieurs époques de la révolution du volant, ne favorisent pas ou contrarient la libre transmission de la force motrice; enfin, quelques pertes de vapeur inévitables.

Nous venons de dire que l'estimation de la force de la machine est la pression moyenne de la vapeur; car, pour profiter de toute l'élasticité de ce fluide et pour en tirer tout l'effet possible, on a le soin de ne faire arriver la vapeur dans les cylindres que jusqu'à une certaine portion de la course des pistons. On profite ensuite de cette vertu expansive pour leur faire fournir le reste de la course, et de manière à ce qu'ils n'arrivent à l'extrémité des cylindres qu'avec une puissance égale seulement à la force de l'atmosphère. Il résulte de là que les chaudières contiennent effectivement une vapeur beaucoup plus tendre que celle qui agit ensuite dans les cylindres, puisque cette dernière ne peut être exprimée autrement que par la tension moyenne de la vapeur des différentes époques de la course du piston.

Toute espèce de choc de la part de la vapeur pouvant occasionner des accidents graves, surtout lorsqu'on travaille avec de la vapeur d'une tension très-haute, son admission dans les cylindres doit être réglée de manière à ce qu'elle soit lente d'abord, plus abondante ensuite; enfin, libre jusqu'à la portion de course déterminée. La soupape d'introduction doit être construite sur ces principes.

La réunion de ce principe et de l'appareil que nous avons décrit plus haut constitue le mécanisme des machines à va-

peur dont on se sert le plus communément dans les arts et dans la marine. Watt, mécanicien anglais, ayant beaucoup coopéré à la simplification des parties qui en composent le mécanisme, cette machine a conservé son nom, et on la connaît généralement sous le nom de *machine de Watt.*

Moyen d'empêcher l'incrustation des chaudières à vapeur.

M. Ferrary, dans une des séances de l'Académie royale des Sciences de Turin, a annoncé qu'il avait constaté que le charbon, en poudre grossière, empêchait, dans les chaudières à vapeur, les incrustations qui s'y forment, et en détachait, en outre, ces incrustations si elles s'y formaient. En France, on obvie à cet inconvénient par un chapelet de coquilles d'huîtres, par des pommes de terres ou des billes et une infinité d'autres substances plus ou moins efficaces.

Manomètre pour les chaudières à vapeur.

Un des moyens les plus convenables pour prévoir la rupture de chaudières, est celui que nous offre l'application ingénieuse de l'appareil de Mariotte. Cet instrument, appelé *manomètre,* est un tube de verre coudé et non capillaire, dans lequel on verse du mercure jusqu'à ce qu'il occupe un niveau quelconque en M (fig. 109). La partie élevée du tube est bouchée, tandis que l'autre N est ouverte et communique avec l'intérieur de la chaudière dans l'espace occupé par la vapeur ; de telle sorte qu'à mesure que la tension de la vapeur augmente, la colonne de mercure se trouve poussée dans la partie extérieure du tube qui contient de l'air. Cet air se trouve ainsi comprimé, et dans le cas de tous les fluides élastiques permanents ; c'est-à-dire que son élasticité sera toujours en raison inverse de l'espace qu'il occupe, plus ou moins quelques petites quantités inappréciables dues à son état imparfait de sécheresse et aux différents degrés de température qu'il supporte. On pourra donc obtenir une valeur quelconque et rigoureuse de la tension intérieure de la vapeur.

Ces instruments, très-simples et d'une application heureuse, portent des divisions et sous-divisions qui correspondent aux nombres d'atmosphères et aux fractions d'atmosphères par lesquelles on exprime la puissance de la vapeur d'eau. Leur longueur doit être telle que les déplacements du métal liquide soient assez sensibles au premier coup-d'œil. Une attention soutenue de la part du chauffeur peut donc prévenir, avec ce seul instrument, tous les accidents funestes qui peuvent résulter d'une tension spontanée.

Dans les machines à vapeur à basse pression, on emploie

aussi de pareils tubes recourbés, mais débouchés. On sait que, dans ce cas, une colonne de mercure de 0m.76 équivaut à une pression atmosphérique, et qu'alors il faut que le tube ait autant de fois cette longueur que la vapeur d'eau de la chaudière aura de tension en atmosphères. Cette installation serait donc inapplicable aux machines à haute pression.

C'est pour éviter le renversement du mercure dans l'intérieur de la chaudière, dans l'un et l'autre cas, qu'on ne doit pas négliger, lorsque le travail de la machine cesse et qu'on éteint le feu, de donner issue à l'air dans l'intérieur des chaudières (1).

Thermo-manomètre pour mesurer la force élastique de la vapeur.

Cet instrument, dû à M. Collardeau, est un grand thermomètre qui a été gradué dans la graisse portée à la température de 173 centimètres. La graduation a été faite au moyen d'un thermomètre étalon plongé dans le même liquide.

L'échelle de l'instrument est tracée sur le verre, et indique les pressions de la vapeur qui correspondent aux élévations de la température. Cette correspondance est indiquée par le tableau suivant.

Temps de la vapeur.	Pression de la vapeur atmosphérique.
100.	1,0
122.	2,0
135,	3,0
145, 2.	4,0
154.	5,0
161. 5.	6,0
168.	7,0
173.	8,0

L'échelle adoptée par M. Collardeau a pour terme 10 ou 10 dixièmes de la pression atmosphérique mesurée par une colonne de mercure de 76 centimètres de hauteur. L'unité de cette échelle est 1/10 de la pression ainsi mesurée. La longueur du tube est de 50 à 60 centimètres. Le tube est conique intérieurement; son diamètre décroît à partir de la boule jusque dans le haut de l'échelle. M. Collardeau préfère cette forme pour donner plus d'étendue aux divisions supérieures.

(1) La force de l'atmosphère est égale à peu près au poids d'un kilogramme par centimètre carré de surface, ou à une colonne de mercure d'environ 3/4 de mètre 0m.76. Le mercure des manomètres débouchés dépasse rarement cette hauteur des 2/3 de sa valeur; dans les machines à basse pression, il se soutient à une hauteur égale à 1m.02. (Extrait du *Manuel du Constructeur de Machines à vapeur*, par M. Janvier, faisant partie de l'*Encyclopédie-Roret.*)

TABLE

Des forces élastiques de la vapeur d'eau et des températures correspondantes de 1 à 24 atmosphères, d'après l'observation, et de 24 à 50 atmosphères par le calcul (*).

Elasticité de la vapeur exprimée en atmosphères de 0m.76 de mercure.	Elasticité en mètres de mercure à 0°.	Température correspondante, thermomètre centigr.	Pression sur 1 centim. carré.
	m.		k.
1	0.76	100.0	1.033
1 1/2	1.14	112.2	1.549
2	1.32	121.4	2.066
2 1/2	1.90	128.8	2.582
3	2.28	135.1	3.099
3 1/2	2.66	140.6	3.615
4	3.04	145.4	4.132
4 1/2	3.42	149.06	4.648
5	3.80	153.08	5.165
5 1/2	4.18	156.8	5.681
6	4.56	160.2	6.198
6 1/2	4.94	163.48	6.714
7	5.32	166.5	7.231
7 1/2	5.70	169.37	7.747
8	6.08	172.1	8.264
9	6.84	177.1	9.297
10	7.60	181.6	10.33

(*) Cette table est le principal résultat d'un grand travail que le gouvernement avait demandé à l'Académie des Sciences. Les expériences pénibles et souvent très-dangereuses dont elle offre, pour ainsi dire, le résumé, ont été faites par Dulong et Arago.

Elasticité de la vapeur exprimée en atmosphères, de 0m.76 de mercure.	Elasticité en mètres de mercure à 0°.	Température correspondante, thermomètre centigr.	Pression sur 1 centim. carré.
	m.		b.
11	8.36	186.03	11.363
12	9.12	190	12.396
13	9.88	193.7	13.429
14	10.64	197.19	14.462
15	11.40	200.48	15.495
16	12.16	203.6	16.528
17	12.92	206.57	17.561
18	13.68	209.4	18.594
19	14.44	212.1	19.627
20	15.20	214.7	20.660
21	15.96	217.2	21.693
22	16.72	219.6	22.726
23	17.48	221.9	23.759
24	18.24	224.2	24.792
25	19.00	226.3	25.825
30	22.80	236.2	30.990
35	26.60	244.85	36.155
40	30.40	252.55	41.320
45	34.20	259.52	46.485
50	38.00	265.89	51.650

N. B. Les températures qui correspondent aux tensions de plus de 24 atmosphères ont été calculées par la formule $t = \sqrt[5]{\frac{e-1,}{0,7153}}$ où e exprime l'élasticité en atmosphères, et t la température à partir de 100°, en prenant l'intervalle de 100° pour unité. On a de fortes raisons pour croire que l'erreur ne serait pas 1° à 50 atmosphères.

Force élastique de la vapeur d'eau évaluée en millimètres pour chaque degré du thermomètre centigrade.

DEGRÉS.	TENSION de la vapeur.	DEGRÉS.	TENSION de la vapeur.	DEGRÉS.	TENSION de la vapeur.
—20	1.133	15	12.837	50	88.742
19	1.429	16	13.630	51	93.301
18	1.531	17	14.468	52	98.075
17	1.638	18	15.303	53	103.16
16	1.755	19	16.288	54	108.27
15	1.879	20	17.314	55	113.71
14	2.011	21	18.317	56	119.39
13	2.152	22	19.417	57	125.31
12	2.302	23	20.577	58	131.50
11	2.461	24	21.805	59	137.74
10	2.631	25	23.090	60	144.66
9	2.812	26	24.452	61	151.70
8	3.005	27	25.881	62	158.96
7	3.210	28	27.390	63	166.56
6	3.428	29	29.045	64	174.47
5	3.660	30	30.643	65	182.71
4	3.907	31	32.410	66	191.27
3	4.170	32	34.261	67	200.18
2	4.448	33	36.188	68	209.44
1	4.745	34	38.254	69	219.06
0	5.059	35	40.404	70	229.07
+ 1	5.393	36	42.743	71	239.45
2	5.748	37	45.038	72	250.23
3	6.123	38	47.579	73	261.43
4	6.523	39	50.147	74	277.03
5	6.947	40	52.998	75	285.07
6	7.396	41	55.772	76	297.57
7	7.871	42	58.792	77	310.49
8	8.375	43	61.958	78	323.89
9	8.909	44	65.627	79	337.76
10	9.475	45	68.751	80	352.08
11	10.074	46	72.393	81	367.00
12	10.707	47	76.205	82	382.38
13	11.378	48	80.195	83	398.28
14	12.087	49	84.370	84	414.73

DEGRÉS	TENSION de la vapeur.	DEGRÉS	TENSION de la vapeur.	DEGRÉS.	TENSION de la vapeur.
85	431.71	101	787.27	117	1325.98
86	449.26	102	815.26	118	1566.22
87	467.38	103	843.98	119	1407.24
88	486.09	104	873.44	120	1448.83
89	505.38	105	903.64	121	1491.58
90	525.28	106	934.81	122	1534.89
91	545.80	107	966.31	123	1578.96
92	566.95	108	994.79	124	1623.67
93	588.74	109	1032.04	125	1669.31
94	611.84	110	1066.06	126	1715.58
95	634.27	111	1100.87	127	1762.56
96	658.05	112	1136.43	128	1810.25
97	682.59	113	1171.78	129	1858.63
98	707.63	114	1209.90	130	1907.67
99	733.46	115	1247.81		
100	760.00	116	1286.51		

TABLE DE M. WOOLF.

FORCE DE LA VAPEUR en sus de la pression atmosphérique.	TEMPÉRATURE. correspondante.	QUANTITÉ EN VOLUME. dont la vapeur d'eau peut se dilater en conservant après une force égale à celle de l'atmosphère.
Par pouces carrés de surf.	Thermomètre centigrade.	
5	108.5	5
6	110.14	6
7	111.52	7
8	112.91	8
9	114.17	9
10	115.40	10
15	121.39	15
20	126.39	20
30	133.89	30
40	138.89	40
50	143.00	50

Poids spécifique des fluides élastiques, celui de l'air étant pris pour unité.

NOMS des FLUIDES ÉLASTIQUES.	DENSITÉ déterminée par l'expérience.	DENSITÉS calculées.	NOMS des OBSERVATEURS.
Air.	1,0000	»	»
Vapeur d'iode	»	8,6195	Gay-Lussac.
Vapeur d'éther hydriodique.	5,4749	»	*idem.*
Vapeur d'essence de térébenthine.	5,0130	»	*idem.*
Gaz hydriodique. . . .	4,443	»	*idem.*
Gaz fluo-silicique. . . .	3,5733	»	John Davy.
Gaz chloroborique. . .	»	3,3894	*idem.*
Vapeur de carbure de soufre..	2,6447	»	Gay-Lussac.
Vapeur d'éther sulfurique.	2,5860	»	*idem.*
Chlore..	2,470	2,4216	G.-L. et Thénard.
Gaz euchlorine.	»	2,3782	John Davy.
Gaz fluo-borique	2,3709	»	*idem.*
Vapeur d'éther hydrochlorique.	2,2119	»	Thénard.
Gaz sulfureux	2,1204	»	Th. et Gay-Lussac.
Gaz chloro-cyanique. .	»	2,111	Gay-Lussac.
Cyanogène.	1,8064	1,8011	*idem.*
Vapeur d'alcool absolu.	1,6133	»	*idem.*
Protoxyde d'azote . . .	1,5204	1,5209	Collin.
Acide carbonique . . .	1,524	»	Berzélius, Dulong.
Gaz hydrochlorique . .	1,2474	»	Biot et Arago.
— hydro-sulfurique . .	1,1912	»	Thén. et Gay-Lus.
— oxygène.	1,1036	»	B. et A.
— deutoxyde d'azote. .	1,0388	1,0364	Bérard.
— oléifiant.	0,9780	»	Th. de Saussure.
— azote..	0,976	»	Berzélius et Dul.
— oxyde de carbone. .	0,9569	0,9678	Cruiskshanck.
Vapeur hydro-cyanique	0,9476	0,9360	Gay-Lussac.
Gaz hydrogène phosphoré.	0,870	»	H. Davy.
Vapeur d'eau	0,6235	0,624	Gay-Lussac.
Gaz ammoniacal.. . . .	0,5967	»	B. et A.
— hydrogène carboné.	0,555	»	Thomson.
— hydrogène arsenic .	0,529	»	Tromsdorff.
— hydrogène	0,0688	»	Berzél., Dulong.

Poids spécifique de quelques liquides.

Acide sulfurique	1,8409
— nitreux	1,550
— nitrique	1,2175
Eau de la mer	1,0263
— de la mer Morte	1,2403
— distillée	1,0000
Alcool absolu	0,792
Ether sulfurique	0,7155
Ether hydrochlorique	0,874
Essence de térébenthine	0,8697
Naphte	0,8475
Huile d'olive	0,9153
Lait	1,03
Vin de Bordeaux	0,9939
— de Bourgogne	0,9915

Le poids spécifique des vins est d'autant moindre, qu'ils sont plus riches en alcool et plus chargés d'acide carbonique. On peut consulter le Mémoire que j'ai lu à ce sujet à l'Académie des Sciences, et qui se trouve consigné dans le tome 3 du *Journal de Chimie médicale*.

Poids spécifique des solides.

L'eau à 18° C. étant prise pour unité.

Platine	laminé	22,0690
	passé à la filière	21,041
	forgé	20,3366
	purifié	19,5000
Or	forgé	19,3617
	fondu	19,2581
Tungstène		17,6
Mercure à 0		13,598
Plomb fondu		11,3523
Palladium		11,3
Rhodium		11,0
Argent fondu		10,4743
Bismuth fondu		9,822
Cuivre en fil		8,8785
Cuivre rouge fondu		8,788
Arsenic		8,308
Nickel fondu		8,279
Urane		8,1
Acier non écroui		7,8163
Cobalt fondu		7,8119

Fer en barre.	7,788
Etain fondu.	7,2914
Fer fondu.	7.2070
Zinc fondu.	6,861
Antimoine fondu	6,712
Tellure	6,115
Chrome	5,9
Iode	4,9480
Rubis oriental..	4,2833
Saphir oriental.	3,9941
— du Brésil.	3,1307
Topaze orientale.	4,0106
— de Saxe	3,5640
Diamants les plus lourds.	3,5310
— les plus légers.	3,5010
Emeraudes	2,7755
Perles.	2,7500
Corail.	2,680
Cristal de roche pur	2,6530
Soufre natif.	2,0332
Ivoire.	1,9170
Albâtre	1,8740
Jayet.	1,259
Succin.	1,078
Sodium	0,9726
Glace.	0,930
Potassium	0,8651
Liège.	0,240

Pour établir une liaison entre les tables de pesanteurs spécifiques qui précèdent, nous ajouterons que d'après les recherches de MM. Biot et Arago, le poids de l'air atmosphérique sec, à la température de la glace fondante et sous la pression de 0^m 76, est, à volume égal, 1/770 de celui de l'eau distillée.

Par une moyenne entre un grand nombre de pesées, on a trouvé qu'à 0 de température et sous la pression de 0^m 76, le rapport du poids de l'air à celui du mercure est de 1 à 10466.

EXPÉRIENCE. — *Poids spécifique des corps.*

Tous les corps de la nature ont été divisés en deux grandes classes : pondérables et impondérables. Dans ces derniers sont rangés ceux dont on n'a pu reconnaître la pesanteur, ce sont : le calorique, la lumière et le fluide électrique. Tous les autres corps appartiennent à la première division. La pe-

santeur est une des propriétés de la matière ; en cela elle ne doit pas être confondue avec le poids spécifique, qui est la pesanteur relative des divers corps à volumes égaux. Ainsi, une balle de platine pèse beaucoup plus qu'une d'or d'un même volume; celle-ci pèse à peu de chose près, le double d'une d'argent, et trois fois plus qu'une de zinc, etc. La pesanteur est donc le poids qu'ont les divers corps, sous le même volume, à la même température et sous la même pression. Il faut donc, lorsqu'on veut la reconnaître dans quelques corps, les placer dans ces conditions. Il est divers moyens pour établir ce poids spécifique ; nous allons examiner les principaux,

Poids spécifique des solides.

S'il était possible d'obtenir les corps dont on veut déterminer le poids spécifique sous un volume égal, rien ne serait plus simple que cette opération. Ainsi, en supposant qu'on ait à peser trois corps représentant chacun un tube parfait, si l'un pèse 2, l'autre 3 et le troisième 5, il est évident que leur poids spécifique sera, à un poids de comparaison convenu, comme 2 est à 3 et à 5 pour le premier, etc. Mais il est reconnu qu'il est bien plus exact de peser les corps sous le même poids, quel que soit le volume, parce qu'il est bien plus facile de reconnaître avec précision ce poids.

L'eau distillée a été prise pour unité, ou, si l'on veut, pour point de comparaison avec les autres corps, de manière que le poids spécifique d'un corps est le rapport qui existe entre le poids de l'eau et le poids de ce même corps sous le même volume. Voici la manière dont on fait cette opération. On pèse d'abord exactement dans l'air le corps dont on veut avoir le poids spécifique; d'autre part, on a un flacon à large goulot et bouché à l'émeri. Après l'avoir bien rempli d'eau, on le pèse exactement avec le corps dans le même plateau; on note bien le poids : cela fait on plonge le corps dans le flacon, duquel il s'écoule un volume d'eau égal à celui de ce corps qu'on vient d'y immerger; on enlève soigneusement l'eau qui s'est écoulée, on l'essuie bien, de même que le flacon, et l'on pèse de nouveau. Il est évident que le flacon a perdu de son poids, et cette perte de poids est celui du volume de l'eau écoulée. Or, comme le volume est égal à celui du corps immergé dont on connaît déjà la pesanteur, il est aisé d'établir leur poids spécifique, les physiciens emploient la manière suivante :

Après avoir pesé soigneusement le corps dans l'air, ils le pèsent dans l'eau et le suspendent à un cheveu ou à un fil,

suivant son poids, sous le plateau d'une balance, et le font plonger dans un vase rempli d'eau distillée; la différence qui existe entre le poids dans l'air et celui dans l'eau, est le poids exact du volume de l'eau déplacée, qui est égal à celui de ce corps.

Il est bon de faire observer qu'il est des corps qui s'imbibent plus ou moins d'eau. Dans ce cas, on doit les peser au sortir de l'eau, et la différence du poids qu'ils auront d'avec celui qu'ils avaient avant d'être immergés devra être ajoutée à la perte indiquée par la balance. Si le corps s'imbibait tellement d'eau qu'il ne s'en répandît point, et que la balance n'indiquât aucune perte, on pèserait ce corps et le poids qu'il aurait acquis indiquerait celui de l'eau (1).

Pourquoi les corps sont-ils plus légers dans l'eau?

D'après la théorie que nous avons émise, il est bien reconnu que le poids que perd le corps pesé dans l'eau est égal à son volume d'eau déplacée, et que la perte du poids du corps qu'on pèse est d'autant plus grande ou d'autant plus faible que le liquide dans lequel on l'immerge est plus ou moins dense. Ainsi un cube d'étain pur, qui pèse dans l'air 7 kilog. 291, ne pèse plus, dans l'eau, que 6 kilog. 291, tandis que, si on le pèse dans l'alcool, il ne perd 0 kilog. 837. La connaissance de la perte du poids qu'éprouvent les corps qui sont dans l'eau explique la plus grande facilité qu'on a à les soulever que s'ils étaient dans l'air.

Poids spécifique des liquides.

Pour comparer ce poids spécifique, il suffit d'avoir un flacon qu'on pèsera plein d'eau distillée, après qu'on l'aura pesé vide, le poids de l'eau qu'il contient étant dès-lors connu, il sera comparé avec celui des autres liquides dont on l'aura successivement rempli et qu'on aura pesé. Pour que cette opération soit plus exacte, il faut que ces divers liquides soient tous à la même température et sous la même pression, parce que leur dilatabilité est en raison inverse de leur pesanteur.

EXPÉRIENCE. — *Aréomètre.*

C'est sur le principe qu'un corps qui flotte sur un liquide

(1) Si le corps est soluble dans l'eau, on devra choisir un liquide dans lequel il ne se dissolve pas, et en déterminer, auparavant, le poids spécifique, dont on établira ensuite les rapports avec celui de l'eau. L'huile de térébenthine récente peut être appliquée à cette opération.

en déplace un volume pareil au sien, et qu'il s'enfonce d'autant plus que ce liquide est moins dense, que sont construits les aréomètres. Nous allons faire connaître les principaux. Nous nous bornerons à dire auparavant que ces instruments sont munis, à l'extrémité inférieure, d'une boule plus ou moins grande, dans laquelle on introduit du mercure ou du plomb en grenailles qui lui servent, pour ainsi dire, de lest, et qui, portant leur centre de gravité très-bas, le font flotter dans une position verticale.

Aréomètre de Fahrenheit. — Cet instrument se compose d'un tube de verre lesté, comme nous venons de le dire, et surmonté d'une petite cuvette en forme d'entonnoir, au-dessous de laquelle est placé un trait circulaire. Il est évident que cet instrument s'enfonce d'autant plus dans les liquides, qu'ils sont moins denses, et que, dans tous les cas, on le fait enfoncer jusqu'au trait circulaire en ajoutant des poids dans la cuvette. Il résulte de cette manière d'opérer que le poids de l'aréomètre, joint à celui qu'on y ajoute pour qu'il affleure dans l'eau jusqu'à la marque ou trait, étant égal à celui du volume de l'eau déplacée, celui qu'il faudra ajouter avec le poids du même instrument pour le faire affleurer dans un autre liquide constituera le poids de celui-ci, qu'il sera dès-lors aisé de comparer avec celui de l'eau ; car le volume des liquides déplacés étant semblable, la différence des poids additionnels devra indiquer leur rapport de densité ; ainsi, si, dans un liquide, un poids égal à 1 le fait descendre jusqu'au trait, et qu'il en faille un égal à 3 pour l'y enfoncer dans un autre, il sera évident que ce dernier liquide sera toutefois plus pesant que l'autre.

EXPÉRIENCE. — *Aréomètre de Baumé.*

Cet aréomètre est également connu sous le nom de *pèse-liqueur*. Il ne diffère du précédent qu'en ce qu'il n'a point de cuvette et qu'il offre sur sa tige une échelle dont les divisions indiquent un centième d'alcool, d'acide, de sel, etc., unis à l'eau. Voici la manière dont on le gradue. On le plonge dans l'eau distillée, et on marque d'un trait le point où il reste en station dans ce liquide ; et si l'on veut construire un *pèse-sel*, par exemple, on le plonge ensuite dans un liquide qui contient 0,01 de sel, et l'on marque le point où il s'enfonce, ce qui constitue un degré. On le plonge successivement dans des solutions qui contiennent 2, 3, 4, 5, 6, etc., jusqu'à 100 centièmes de sel, et l'on établit ainsi les 100 divisions, dont chacune indique un centième Il est bon de faire observer qu'il faut, pour chaque sel, un instrument par-

ticulier, et que le pèse-sel pour le salpêtre ne saurait servir pour l'alun, ni celui-ci pour le sel marin, etc. Si l'on veut construire ce pèse-liqueur pour les acides ou l'alcool, on ajoute à l'eau distillée, pour chaque degré, 0,01 d'alcool absolu ou un acide dans le plus grand état de concentration possible et que l'on a déjà reconnu.

Ces aréomètres sont très-utiles dans le commerce, surtout dans ceux des eaux-de-vie et alcools. Chaque degré d'enfoncement de l'instrument dans la liqueur indique un centième ou un degré d'alcool. Mais, comme la dilatation des liquides est en raison directe de leur température, et qu'ils sont d'autant plus légers qu'ils sont plus dilatés, on a construit de petits thermomètres destinés à mesurer la température, des liqueurs dont on vient de déterminer le degré de spirituosité, et l'on a dressé des échelles pour les réduire au degré qu'une température ou basse ou élevée peut leur avoir fait perdre ou gagner.

Depuis Baumé, on s'est beaucoup occupé de perfectionner les aréomètres; et, parmi les physiciens qui ont le mieux réussi en France, nous citerons MM. Gay-Lussac et Benoît. Nous ne ferons pas connaître les divers aréomètres, parce que cela nous entraînerait trop loin. Nous nous bornerons à présenter ceux qui sont construits sur des principes différents.

Aréomètre de Nicholson.—A proprement parler, c'est celui de Fahrenheit, construit en fer-blanc, lequel porte à la partie inférieure un bassin mobile et conique; il est appliqué à déterminer le poids spécifique des solides. Lorsqu'on veut servir, on place le corps dans la cuvette supérieure et l'on fait affleurer. Après l'en avoir retiré, on y substitue le nombre des poids nécessaire pour le faire également affleurer. Ce nombre est son poids. On place ensuite ce corps dans le seau, et la perte du poids qu'il éprouve est égale à celui du volume de l'eau qu'il déplace. Cette perte est indiquée par son poids, qu'on est obligé d'ajouter pour que l'affleurement ait lieu. D'après cela, il est aisé de juger de son poids spécifique.

EXPÉRIENCE. — *Méthode simple pour graduer les aréomètres de verre.*

M. Moore, au lieu de faire plonger l'aréomètre dans des liqueurs de densités différentes et connues, a proposé la méthode suivante, qui dispense de recourir à plus d'un liquide. Soit A, le poids de l'aréomètre dans l'air. A — a, son poids dans l'eau, a sera le poids de l'eau déplacée. Si l'on équi-

libre maintenant la balance avec l'aréomètre, d'un côté dans l'eau, et de l'autre côté un point A — 1/2 a, le poids de l'eau déplacée ne sera plus que 1/2 a, et son volume sera aussi moitié de ce qu'il était précédemment. Mais c'est justement le volume que l'aréomètre déplacerait dans un liquide dont la densité serait double de celle de l'eau ; il en est de même pour les diverses densités.

EXPÉRIENCE. — *Hydromètre.*

M. Hare a donné, sous ce nom, un instrument qui est destiné à mesurer la densité des solides et des liquides. Il est formé d'un tube de verre divisé en parties égales, qui se trouve muni d'un vernier. A l'une des extrémités est adapté un piston destiné à porter dans le tube le liquide qui entre par l'autre extrémité, laquelle est terminée en pipette avec deux instruments semblables, dont les divisions sont égales au volume. On introduit de l'eau dans l'un, et dans l'autre le liquide dont on veut déterminer le poids spécifique; il en résulte que le rapport du nombre des divisions occupées par l'un et l'autre liquides, et nécessaire pour conserver l'équilibre des deux instruments placés sur une balance, indique le rapport des densités de ces liquides.

Si l'on se propose d'obtenir celle d'un corps solide, on équilibre ce corps avec l'hydromètre au moyen de l'eau qu'on introduit dans celui-ci, en faisant plonger ensuite le corps dans l'eau ; l'on rétablit l'équilibre en chassant de l'hydromètre une certaine quantité d'eau, etc.

Poids spécifique du gaz.

La manière de prendre le poids spécifique des gaz est des plus simples; on fait le vide dans un ballon muni d'un robinet que l'on ferme ensuite, et on le pèse. On le remplit ensuite du gaz que l'on veut examiner, et l'on pèse. On tient note de son poids; on le pèse ensuite rempli d'air atmosphérique, qui est considéré comme unité : leur différence établit celle de leur poids spécifique.

MÉTÉORES AQUEUX.

Des brouillards, des nuages, de la pluie, de la rosée, de la neige et de la grêle.

Outre les trois états sous lesquels on trouve l'eau (glace, liquide et vapeur), quand l'air subit un refroidissement

suffisant, la vapeur qui s'y trouve contenue se condense en une infinité de petits globules liquides, que M. de Saussure a nommés *vapeur vésiculaire*, qui forment autant de petites sphères creuses, très-légères, visibles à l'œil nu, qui forment les brouillards et les nuages.

Des brouillards.

Les brouillards sont des amas de ces vapeurs vésiculaires qui proviennent d'un air saturé ou mêlé à beaucoup d'humidité qui, se trouvant en contact avec une couche d'air plus froid, se mêle avec lui en s'élevant, à cause de sa moindre densité. Dès-lors, par le refroidissement qu'il éprouve, la vapeur d'eau se change en vapeur vésiculaire, qui constitue les brouillards en se répandant dans une masse d'air plus grande : c'est ce qui arrive au-dessus des rivières, etc. Le mélange de deux masses d'air à des températures différentes peut produire aussi des brouillards, etc.

Recherches expérimentales sur la formation des brouillards.

M. Harvey a fait diverses expériences sur terre, sur mer, dans des marais, et sur des rivières. d'où il résulte, conformément aux principes de H. Davy, que la quantité et la densité d'un brouillard qui se forme augmente en proportion de l'excès de la température de la surface du lieu sur celle de l'air. Il a trouvé en outre que la température, au milieu d'un brouillard formé au-dessus d'une rivière, était moindre qu'aux extrémités, ce qui s'accorde avec la théorie de Davy, qui explique l'augmentation des brouillards, non-seulement par l'effet de la cause constante qui les produit, mais par la chaleur rayonnante des parties superficielles de l'eau, qui produit un courant descendant d'air froid dans le brouillard, tandis que l'eau échauffée dégage constamment de la vapeur. Il a aussi reconnu, ainsi que l'a remarqué Davy, qu'un courant d'air sec traversant une rivière, empêche la formation d'un brouillard, même tant que la température de l'eau est beaucoup plus grande que celle de l'atmosphère.

Des nuages.

La théorie de leur formation est la même, puisque les nuages sont, à proprement parler, des brouillards épais placés à des hauteurs plus ou moins grandes. Ainsi, cette formation des nuages reconnaît pour cause un refroidissement des couches supérieures de l'air, ou un mélange de deux airs

saturés de vapeur : si un abaissement de température peut les produire, une augmentation de chaleur peut les faire disparaître en vaporisant les vésicules.

De la pluie.

La condensation des nuages, qui a lieu quand les circonstances ne sont pas assez favorables pour que les vapeurs vésiculaires restent suspendues dans l'air, opère la réunion de ces vésicules, qui donne lieu à la pluie. D'après ce principe, les gouttes de pluie sont d'autant plus grosses, que, pendant leur chute, elles se réunissent à plusieurs autres petites gouttes, et en condensant autour d'elles la vapeur qu'elles rencontrent sur leur route. Aussi remarque-t-on que la pluie est ordinairement plus froide que la couche inférieure de l'atmosphère, et que la quantité de pluie qui tombe à une certaine hauteur est moindre que celle qui tombe à la surface de la terre, comme nous le démontrerons bientôt. Les instruments propres à mesurer les quantités de pluie qui tombent se nomment *udomètres* ou *pluviomètres*.

Udomètres ou *pluviomètres.*

Ces instruments sont formés d'un vase cylindrique dont l'orifice offre une surface bien connue, et d'une mesure également cylindrique, mais dont l'ouverture circulaire a une surface cent fois plus petite, par exemple, ce vase est placé de manière à ce que son orifice soit horizontal; il est muni, à sa partie inférieure, d'un robinet pour en soutirer l'eau dans la petite mesure. Lorsqu'on veut faire une observation, on évalue soigneusement la hauteur à laquelle l'eau qui est tombée dans le vase s'élève ensuite dans la mesure où on l'a mise; puis, pour déterminer la hauteur à laquelle l'eau se serait élevée dans le vase cylindrique, ou si l'on veut sur un sol horizontal, on multiplie cette hauteur par le rapport de la surface de l'orifice de la mesure à la surface de l'orifice du vase : rapport qui est 1/100 avec les dimensions que nous avons déja indiquées.

Quantités de pluie qui ont été recueillies à l'Observatoire de Paris, depuis 1817 *jusqu'en* 1830.

Ces observations se font à l'Observatoire de Paris, au moyen de deux udomètres, dont l'un est placé dans la cour, et l'autre à 28 mètres plus haut, sur la terrasse.

Années.	Pluie tombée dans la cour.	Pluie tombée sur la terrasse.
1817 . . .	57 cent.	51 cent.
1818 . . .	52	43
1819 . . .	69	62
1820 . . .	43	38
1821 . . .	65	58
1822 . . .	48	42
1823 . . .	52	46
1824 . . .	65	57
1825 . . .	52	47
1826 . . .	47	41
1827 . . .	58	50
1828 . . .	63	59
1829 . . .	59	56
1830 . . .	63	56
Moyenne . . .	57	50

L'on voit qu'à 28 mètres au-dessus du sol, la pluie qui tombe annuellement est à celle du sol : : 50 : 57.

D'un grand nombre d'observations qui ont été recueillies, on a tiré les conclusions suivantes :

1° L'air est, en général, d'autant plus humide, et il tombe d'autant plus d'eau, qu'on s'approche davantage de l'équateur ;

2° La quantité de pluie qui tombe est plus grande en été qu'en hiver, quoique, dans cette dernière saison, il y ait un plus grand nombre de jours pluvieux ;

3° La pluie tombe en plus grande quantité le jour que la nuit.

Tableau des quantités moyennes de pluie qui tombent sur différents points de la terre.

Cap Français (Saint-Domingue). . . .	308 cent.
La Grenade (Antilles).	284
Tivoli (Antilles).	273
Cafargnana.	249
Bombay.	208
Calcutta	255
Kendall	156
Gênes	140
Charlestown	130
Joyeuse.	129

Pise	114 cent.
Milan	96
Naples	95
Douvres	95
Viviers	92
Lyon	89
Liverpool	86
Manchester	84
Venise	81
Lille	76
Utrecht	73
La Rochelle	66
Paris	56
Marseille	47
Pétersbourg	46

Dans le midi de la France, il est une foule de localités où il ne tombe pas 30 centimètres d'eau par an, surtout dans celles où l'on a déboisé toutes les montagnes. Il n'est pas rare de ne pas voir tomber de la pluie de trois ou quatre mois. Il y a vingt-cinq ans environ que, dans l'arrondissement de Narbonne, il ne tomba pas une goutte de pluie pendant dix-huit mois.

Pluie d'argent.

Pour avoir le spectacle de cette pluie, il faut prendre un cylindre en verre, qu'on ferme d'un côté soigneusement avec un bouchon creux en bois. On place l'autre côté sur le récipient de la machine pneumatique; on remplit ensuite le bouchon creux avec du mercure, et l'on fait le vide dans le cylindre ; alors le mercure passe à travers et tombe sous forme de pluie. Cela est facile à concevoir. L'air n'exerce plus aucune pression dans le cylindre, tandis qu'au contraire il pèse de dehors sur le mercure qui, par cette pression et son propre poids, se fait jour à travers les pores très-déliés du bois, et en tombant, il imite ainsi une pluie fine.

Du serein.

Le serein est une pluie excessivement fine qui tombe quelquefois dès que le soleil se cache sous l'horizon, sans qu'on aperçoive aucun nuage dans l'air. Un fait constant, c'est que le serein se forme bien plus souvent au voisinage des amas d'eau que sur les hauteurs. Sa production est due à un air chargé d'humidité, qui se condense dès que la disparition du soleil lui fait éprouver du refroidissement.

De la rosée.

La formation de la rosée exige plusieurs circonstances : l'absence des nuages, le calme de l'atmosphère et la présence d'un corps qui ne soit pas très-bon conducteur. Une autre condition nécessaire. mais non toujours suffisante, c'est que le sol soit plus froid que l'air. La production de la rosée dépend aussi du degré d'humidité de l'air : ainsi, plus il est voisin de son point de saturation, et moins la différence de température entre le sol et l'air a besoin d'être grande. D'après ces faits, la rosée n'est abondante que pendant les nuits calmes et sereines. On en voit bien des traces dans les nuits couvertes, s'il ne fait pas de vent, ou si le temps est clair, quand bien même il ferait du vent. Mais il est bien reconnu 1° qu'il ne se forme jamais de rosée sous les influences réunies du vent et d'un ciel couvert ; 2° que dès que le ciel commence à se couvrir, la formation de la rosée cesse d'avoir lieu ; 3° que souvent même celle qui avait commencé de mouiller les plantes disparaît entièrement ; 4° que les métaux polis, principalement ceux qui rayonnent le plus et sont moins conducteurs du calorique, attirent le moins la rosée ; 5° que la laine, le duvet, le verre, l'herbe, etc., attirent aisément la rosée ; 6° que la température de l'herbe couverte de rosée est toujours inférieure à celle de l'air ; 7° que la rosée est moins abondante sur les montagnes que dans les plaines ; 8° que le refroidissement des corps précède constamment l'apparition de la rosée, et que ce refroidissement est la cause et non la conséquence de la rosée ; 9° que dans les nuits calmes et sereines, la température de l'atmosphère, au lieu de diminuer au fur et à mesure que les couches sont plus éloignées du sol, offre, au contraire, une augmentation progressive constante, au moins jusqu'à une certaine élévation ; 10° enfin, d'après l'opinion des physiciens, parmi lesquels nous citerons M. Quetelet, il paraît que la véritable cause de la formation de la rosée réside dans la faible vertu rayonnante d'un ciel serein.

Phénomènes relatifs à la rosée.

Suivant Wells, si une lame métallique est appliquée sur un corps qui attire puissamment la rosée, la tendance du métal à provoquer le dépôt de l'humidité sur sa surface, au lieu d'être augmentée par cette circonstance, en est diminuée, pourvu que le métal recouvre en totalité la surface supérieure du corps auquel on l'a rendu adhérent.

M. Harvey décrit plusieurs expériences qui confirment cette assertion de Wells. Un morceau carré de papier ar-

genté, collé sur une croix de bois, étant disposé de manière que sa partie métallique fût exposée à l'air, la rosée se déposa sur toute sa surface, à l'exception des parties qui correspondaient à la croix, en sorte que la partie sèche, qui ressemblait au signe algébrique +, était limitée par quatre triangles de rosée, lesquels étaient formés de globules distincts qui diminuaient graduellement de grosseur, à partir du bord du papier jusqu'au sommet.

Dufay a trouvé qu'un verre de montre posé sur un plat d'argent, et entouré d'un anneau du même métal, conservait autour de son bord un espace large de 11 à 13 millimètres parfaitement sec, et vers lequel les gouttes de rosée décroissaient de grandeur d'une manière régulière.

M. Harvey cite plusieurs expériences analogues : le 15 mai, au coucher du soleil, on plaça deux verres de montre de dimensions égales, leur face concave tournée en dessus sur un plateau d'étain très-poli; l'un de ces verres étaient entouré d'un anneau du même métal. Au bout d'une heure, la surface du verre sans anneau était partagée en trois régions

1° La zône extérieure, composée de particules dont le volume décroissait à mesure qu'elles s'éloignaient du bord extérieur du verre.

2° Une zône étroite de molécules très-atténuées, et dont les bords étaient distincts ;

3° Un cercle central sec et transparent.

La surface de l'autre verre présentait cinq régions ; savoir :

1° Une zône transparente sèche ;

2° Une zône étroite composée de molécules très-fines, et dont les bords étaient distincts ;

3° Une zône formée de particules dont le volume paraissait plus considérable à mesure qu'en partant des deux bords elles répondaient à des portions plus voisines du milieu de la zône ;

4° Une zône étroite, à bords très-distincts, et composée de particules extrêmement fines;

5° Un cercle sec et transparent.

M. Harvey termine son mémoire par l'énoncé des faits suivants qui avaient déjà été observés, mais que ses expériences confirment :

1° Les corps deviennent plus froids que l'air ambiant, avant que la rosée commence à se déposer sur leur surface.

2° A l'ombre, la rosée commence à se déposer longtemps avant que le soleil descende sous l'horizon.

3° La rosée se dépose même après le lever du soleil.

Quelques arcs-en-ciel remarquables, par M. Scoresby.

Le 12 août 1826, à 5 heures après-midi, l'auteur vit à Bridlington-Quay, deux arcs en ciel très-brillants; celui de premier ordre était adossé, par sa partie concave, à 3 ou 4 arcs surnuméraires posés immédiatement à la suite les uns des autres, et dont les teintes, se suivant régulièrement, allaient en diminuant d'intensité du premier au dernier.

Le 3 septembre 1821, près de la côte nord de l'Irlande, une demi-heure avant le coucher du soleil, il avait vu deux arcs-en-ciel disposés d'après les lois ordinaires et s'appuyant sur la mer; celle-ci était très-calme. Des points où les arcs-en-ciel plongeaient dans la mer, s'élevaient deux arcs dans des directions à peu près perpendiculaires à la surface des eaux. L'auteur qui n'avait pu d'abord trouver la cause de ces arcs extraordinaires, reconnut ensuite qu'ils avaient dû être formés par la réflexion du soleil sur la surface de la mer comme sur un miroir; car dans cette supposition on avait deux soleils, l'un réel, élevé de 7 à 8 degrés au-dessus de l'horizon, l'autre fictif et abaissé d'autant au-dessous de ce plan.

Des trombes.

On donne ce nom à des colonnes d'air et d'eau, qui s'élèvent sur la mer et mettent les vaisseaux en péril; on en voit aussi sur terre, mais plus rarement; aussi les a-t-on divisées en *trombes aqueuses* et *trombes terrestres*. Nous ne parlerons que de celles-ci.

Le 4 août 1776, on aperçut à Carcassonne (Aude), à trois heures après-midi, une colonne d'air d'une hauteur considérable qui menaçait le village de *Barbeyra*. Elle prit sa route vers *Capendu*, et s'avança en déracinant et faisant voler devant elle les arbres qui se trouvaient sur son passage. Le bruit de ce météore était semblable aux mugissements de plusieurs bœufs. L'année suivante et le 21 juillet, vers les deux heures, le ciel étant obscur, un nuage blanchâtre jeta l'effroi dans le village de *Billi-Berelos*. Il s'élevait de terre une fumée très-épaisse; c'était une trombe qui, entre plusieurs sinistres, enleva à 2 mètres 60 centimètres de terre, une grange qui n'était point encore couverte et la ruina complètement. On lit dans les mémoires de l'Académie des Sciences de Stockholm, que le 17 août 1746, on vit auprès de *Nystad*, une colonne qui s'élevait de terre, attirait le blé coupé, le chaume, les gerbes, arrachait des branches d'arbre et déracinait de petits buissons. Ces corps montaient autour d'un cylindre d'environ 9 mètres 75 centimètres de

hauteur; parvenus au sommet, ils retombaient de tous côtés comme de la neige. Nous pourrions en citer un million d'autres exemples.

Le phénomène des trombes est un des plus surprenants que nous connaissions, elles ont reçu diverses dénominations suivant les circonstances dans lesquelles elles s'offrent. Ainsi, on les nomme :

Trombes marines, ce sont celles qu'on observe au soir.

Trombes d'eau, celles qu'on observe sur les lacs, les rivières.

Trombes d'air, celles qui ont lieu sur la terre.

Ce sont des espèces de nuages qui présentent ordinairement un cône renversé suspendu par sa base à d'autres nuages. Les trombes marines et les trombes d'eau soulèvent quelquefois des colonnes d'eau d'un poids énorme et d'une hauteur qui peut aller jusqu'à plus de 650 mètres. Elles rejettent ensuite des masses liquides qui sont lancées au loin par des vents impétueux qui s'élèvent autour du cône. Les effets des trombes d'air ne sont pas moins redoutables.

Gelée blanche.

La gelée blanche n'est autre chose que la rosée qui, après qu'elle est déposée, éprouve un refroidissement assez grand pour se congeler.

SECTION X.

DES RÉACTIFS ET ENCRES DE SYMPATHIE.

Pour procéder avec plus d'ordre, nous avons divisé cette section en deux paragraphes; le premier est consacré aux réactifs, et le second aux encres de sympathie qui s'y rattachent intimement.

§ 1er. DES RÉACTIFS.

L'on donne le nom de *réactifs* aux corps qui, mis en contact avec d'autres, en décèlent la présence en offrant des phénomènes particuliers et propres à chacun d'eux. Ainsi, les acides rougissent la plupart des couleurs bleues végétales; les alcalis les verdissent; le cuivre précipite le mercure de ses dissolutions à l'état métallique, etc. Les réactifs sont pris parmi les acides, les sels, les alcalis, les métaux, etc. Cette réaction des corps les uns sur les autres offre une série d'expériences aussi agréables qu'instructives.

RÉCRÉATION. 133. — *Pour reconnaître un acide libre dans un liquide, ou bien faire passer une liqueur bleue au rouge, et la ramener au bleu.*

Pour reconnaître la présence d'un acide libre dans un liquide, on n'a qu'à y tremper un morceau de papier de tournesol qui, de bleu, devient aussitôt rouge. Si l'on verse la liqueur soupçonnée acide dans de la teinture de violette ou de tournesol, elle deviendra aussitôt rouge. Si on ajoute quelques gouttes d'alcali, la liqueur redevient bleue : le même effet a lieu en la chauffant.

RÉCRÉATION 134. — *Pour faire passer au vert une liqueur rouge ou bleue, ou bien reconnaître la présence d'un alcali libre dans une liqueur.*

Si l'on verse dans la teinture de tournesol ou dans celle de violette, rougies par un acide, quelques gouttes d'alcali, elles reprennent toutes les deux leur couleur bleue ; un excédant d'alcali fait passer la couleur bleue de celle de violette au vert.

RÉCRÉATION 135. — *Pour colorer les violettes en vert, en rouge et en blanc.*

Pour opérer cette coloration, il faut mouiller les violettes et exposer ensuite celles qu'on veut colorer en rouge, à la vapeur du gaz acide hydrochlorique; celles qu'on veut colorer en vert, à celle de l'ammoniaque, et celles en blanc à l'action du chlore. On produit le même effet en les trempant dans les solutions acides ou alcalines, ou bien dans des chlorures.

RÉCRÉATION 136. — *Rose changeante.*

Prenez une rose rouge ordinaire et entièrement épanouie; exposez-la à la vapeur du soufre en combustion, elle deviendra blanche; placez-la ensuite dans l'eau, et au bout de quelques heures, elle reprendra sa couleur.

La décoloration de cette fleur est due au gaz acide sulfureux, qui est le produit de la combustion du soufre; dès que cet acide est neutralisé par les sels calcaires et magnésiens que contient l'eau, la rose reprend sa couleur.

RÉCRÉATION 137. — *Produire une belle couleur bleue en mêlant deux liqueurs incolores, ou moyen propre à reconnaître l'iode.*

Dissolvez, dans l'eau bouillante, de l'iode, de l'amidon,

du sous-carbonate de soude et du sel marin, cette solution est incolore; si vous la mêlez avec une solution également incolore de chlorure de chaux ou avec du chlore liquide, aucune couleur ne se développera tant que le chlore ne sera pas neutralisé par ces matières; passé ce point, la plus petite quantité communique au mélange une couleur bleue très-intense. En employant une solution de chlorure ou du chlore liquide contenu dans un tube gradué, par la quantité de solution nécessaire pour opérer cette coloration en bleu, on jugera de la force du chlore ou du chlorure. Tel est l'instrument de Houton-Labillardière que j'ai annoncé dans le *Journal de Chimie médicale*, avril 1826. Dans cette expérience, la couleur bleue est déterminée par la décomposition de l'hydriodate de soude qui s'était formé, et l'union de l'iode avec l'amidon. M. Payen, qui s'est livré à quelques recherches à ce sujet, a reconnu que les acides sulfurique, hydrochlorique et tartrique, versés en excès dans le mélange indiqué par Labillardière, faisaient, comme le chlore et les chlorures, passer la liqueur au bleu; ce qui rend ce moyen un peu incertain, et nous fait remarquer le chloromètre de Gay-Lussac comme bien préférable.

EXPÉRIENCE. — *Décolorer une liqueur bleue au moyen d'une liqueur incolore.*

Versez dans de la teinture de tournesol un peu de chlorure de chaux ou de soude, et vous ferez disparaître aussitôt la couleur bleue.

EXPÉRIENCE. — *Colorer partiellement en rouge une couleur bleue.*

Remplissez un verre à réactifs de teinture de tournesol et plongez-y un tube effilé à la lampe par son extrémité inférieure et terminé à la supérieure par un entonnoir; versez, par ce tube une goutte d'un acide quelconque; elle se rendra au fond de la liqueur, et la colorera en rouge, tandis que la couche supérieure sera bleue.

EXPÉRIENCE. — *Pour produire un précipité jaune en mêlant deux liqueurs incolores; moyen propre à reconnaître l'arsenic.*

Versez dans une dissolution de deutoxyde d'arsenic (arsenic blanc) de l'acide hydro-sulfurique, il s'opère aussitôt une double décomposition; l'hydrogène de l'acide forme de l'eau avec l'oxygène de l'oxyde, et le soufre s'unit à l'arsenic pour donner lieu à une sulfure qui est jaune. Le même effet

a lieu avec les arséniates de soude ou de potasse. Par cette même raison, cet oxyde et ces sels arséniaux peuvent être regardés comme d'excellents réactifs ponr reconnaître le gaz hydrogène sulfuré dans les eaux minérales.

EXPÉRIENCE. — *Faire prendre à une liqueur très-claire et incolore un aspect laiteux en la versant dans un vase vide, et la rendre de nouveau incolore dans de semblables vases.*

Versez dans une éprouvette remplie de gaz acide carbonique, de l'eau de chaux, de baryte ou de strontiane, elle prendra aussitôt un aspect laiteux, et il se déposera peu à peu du carbonate de ces bases qu'on peut redissoudre en le faisant passer dans d'autres vases remplis de ce gaz acide.

Cet effet est dû d'abord au gaz acide carbonique, qui forme des carbonates de chaux, de baryte ou de strontiane insolubles, mais qui deviennent solubles dans l'eau à la faveur d'un excès de cet acide.

EXPÉRIENCE. — *Deux liqueurs incolores qui, en se mêlant, donnent un précipité blanc. Réactif pour reconnaître l'argent.*

Si l'on verse dans une dissolution d'argent, de l'acide hydrochlorique, il se forme aussitôt un précipité blanc, caillebotté et pesant, insoluble dans un excès d'acide nitrique et soluble dans un excès d'ammoniaque. C'est un chlorure d'argent. Le même effet a lieu avec le nitrate de plomb, mais avec cette différence que le précipité est soluble dans une grande quantité d'eau.

RÉCRÉATION 138. — *Pour donner lieu à quatre précipités de différentes couleurs en versant une même liqueur incolore dans quatre autres également incolores.*

1° Versez de l'acide hydro-sulfurique liquide (hydrogène sulfuré) dans une solution de surtartrate de potasse antimonié, et vous y produirez aussitôt un précipité d'un beau rouge brun velouté, qui est le kermès minéral (sulfure d'antimoine hydraté).

2° Versez le même acide dans une solution de *deutoxyde d'arsenic* (arsenic blanc), et il se produira aussitôt un précipité jaune, qui est un sulfure d'arsenic;

3° Le même acide, avec l'hydrochlorate d'étain très-étendu d'eau, donne un précipité chocolat, qui est un hydrosulfate sulfuré.

4° *Idem*, avec le sous-acétate de plomb, produit un précipité noir, qui est un sulfure.

Il est bon de faire observer que cet acide doit être nouvellement préparé, afin que ces effets soient plus certains.

RÉCRÉATION 139. — *Changements curieux de couleurs.*

Prenez trois verres vides, après avoir rincé le premier avec du vinaigre, le second avec une solution de potasse, et le troisième avec une solution d'alun. Versez dans le premier une solution de bois d'Inde ; en l'agitant dans le verre, sa couleur disparaît ; versez-là dans le second, et elle reparaît aussitôt ; enfin, faites-là passer dans le troisième, elle reprendra la couleur noire.

RÉCRÉATION 140. *Détruire la couleur rose d'un ruban et la rétablir.*

Plongez un ruban rose dans de l'acide nitrique étendu de huit ou dix parties d'eau ; et, dès que sa couleur aura disparu, plongez-le dans une solution alcaline très-affaiblie, ou bien lavez-le avec de la terre à foulon mouillée. L'argile ou l'alcali neutralisent l'acide, la couleur reparaîtra aussitôt.

EXPÉRIENCE. — *Décolorer une liqueur noire par une liqueur incolore.*

Versez, dans de l'encre ordinaire, une solution de chlorure de chaux ou de chlore liquide, et la couleur noire disparaîtra aussitôt. Le même effet aura lieu avec l'acide oxalique.

EXPÉRIENCE.— *Pour démontrer que l'air que nous respirons, contient de l'acide carbonique.*

Prenez un tube de verre, et soufflez avec ce tube dans de l'eau de chaux ou de baryte ; peu à peu la liqueur deviendra blanche et déposera un précipité, qui est un carbonate insoluble de l'une ou l'autre de ces deux bases. C'est par ce même procédé qu'on démontre l'acide carbonique dans un liquide ou bien dans l'air. Pour ce dernier cas, il suffit d'exposer ces solutions à son contact ; il se forme bientôt à la surface une pellicule qui se dépose, et dont les acides dégagent du gaz acide carbonique.

EXPÉRIENCE. — *Pour colorer en bleu une liqueur dans laquelle on peut indiquer, par ce moyen, jusqu'à* 1/450000 *d'iode.*

Pour opérer cet effet, on n'a qu'à ajouter à la substance

qui contient de l'iode, de la bouillie d'amidon, et, pour rendre son action plus énergique, l'aider de celle d'un acide, aussitôt la couleur bleue se développera, n'y eût-il que 1/450000 d'iode; de sorte que l'amidon est un excellent réactif pour décéler la présence de l'iode en donnant lieu à un composé d'une belle couleur bleue.

EXPÉRIENCE. — *Donner à deux liqueurs, presque incolores, une belle couleur bleue en les mêlant, ou moyen propre à reconnaître le fer.*

Si vous versez dans une dissolution de fer de l'hydro-ferrocyanate de potasse et de fer, ou des hydro-cyanates de potasse, de soude ou de chaux, la liqueur prendra aussitôt une couleur verte, susceptible de passer au bleu par l'addition de quelques gouttes d'acide nitrique, ou bien par le chlore ou l'agitation de la liqueur à l'air libre; si le sel de fer est un protoxyde, la couleur est verdâtre; elle est d'un très-beau bleu si c'est un protoxyde. Dans ces deux cas, il se forme un hydro-cyanate de fer, ou bleu de Prusse, par l'échange des bases avec les acides des deux sels.

L'acide hydro-cyanique est donc un des plus précieux réactifs pour démontrer la présence du fer.

Il est aussi bien démontré que les sels de fer doivent à leur tour indiquer la présence de l'acide hydro-cyanique ou d'un hydro-cyanate dans une liqueur. Mais il est un procédé encore plus sensible pour les petites quantités, qui est dû à M. Lassaigne. Il consiste à saturer la liqueur soupçonnée de contenir de l'acide hydro-cyanique, par un peu de potasse pure, à verser ensuite dans cette liqueur quelques gouttes d'une solution du sulfate de cuivre, et redissoudre, par l'acide hydrochlorique, l'excès d'oxyde de cuivre précipité par l'alcali; aussitôt la liqueur prendra un aspect plus ou moins laiteux, si elle contient peu d'acide hydro-cyanique; mais, si elle en contient au-dessus de 18 à 20,000, il se forme un précipité en flocons blancs.

RÉCRÉATION 141. — *Donner à une liqueur, n'ayant qu'une légère teinte bleuâtre, une belle couleur bleue au moyen d'une liqueur incolore, et la faire disparaître avec la même liqueur; ou bien, moyen propre à reconnaître le cuivre.*

Versez, dans des solutions des sels de cuivre, de l'ammoniaque (alcali volatil), la liqueur prendra aussitôt une belle couleur bleue due à de l'ammoniure de cuivre qui s'est produite; un excès d'alcali redissout ce précipité. C'est cette

liqueur que l'on expose dans les pharmacies aux regards des passants, et à laquelle on donne le nom d'*eau céleste*.

EXPÉRIENCE. — *Moyens propres à produire des précipités de diverses couleurs en mélant des liqueurs incolores, ou bien réactif propre à faire reconnaître les diverses solutions métalliques.*

Si l'on verse dans les solutions des sels métalliques, du sous-carbonate de potasse et de soude, ils seront décomposés; les acides de ces sels s'uniront à ces alcalis, et leurs oxydes se précipiteront à l'état de sous-carbonates. La couleur de ces précipités indiquera la nature du métal; ainsi celui des

Sels alumineux sera	blanc caillebotté.
— d'argent	blanc décomposable et noircissant à la lumière.
— de baryte et de strontiane,	blanc, soluble dans les acides nitrique et hydro-chlorique, avec effervescence.
— de bismuth	blanc et passant au noir par l'acide hydro-sulfurique et les hydro-sulfates.
— de cobalt	violâtre.
— de cuivre	vert-pomme.
— de fer	jaune ou brun, suivant le dégré d'oxydation.
— de manganèse	blanc rose.
— de magnésie	blanc, léger, floconneux.
— de plomb	blanc, très-pesant, passant à l'état de sulfure noir par un hydro-sulfate.
— de titane	blanc rougeâtre.
— d'urane	blanc; celui qui y est produit par les alcalis est jaune.

RÉCRÉATION 142. — *Quatre liqueurs incolores qui, par la même liqueur, deviennent jaune, jaune orangé, rouge et pourpre foncé.*

Le chromate de potasse produit dans les solutions des sels métalliques des précipités diversement colorés; ainsi, si l'on place dans quatre verres à réactifs une solution d'un sel neutre de plomb, un sous-sel de ce métal, du nitrate de protoxyde de mercure et du nitrate d'argent, et qu'on y verse du chromate de potasse, la première donnera un pré-

cipité jaune, la seconde jaune orangé, la troisième d'un beau rouge, et la quatrième d'un pourpre foncé.

EXPÉRIENCE. — *Pour reconnaître, à leurs précipités, vingt-quatre métaux.*

Il suffit de verser, dans les dissolutions métalliques, un hydro-sulfate d'ammoniaque, de potasse ou de soude; ainsi celles

d'antimoine sont précipitées en	jaune orangé,	c'est un hydro-sulfate.
d'arsenic	jaune,	sulfures formés.
de cadmium	*idem.*	
de cérium	brun,	
de chrome	vert,	
de columbium	chocolat,	
de protoxyde d'étain	*idem.*	hydro-sulfates.
de deutoxyde d'étain.	jaune,	
de manganèse	blanc sale,	
de molybdène	brun rougeâtre	sulfures.
de titane	vert bouteille,	
de zinc	blanc,	hydro-sulfate.
de zircon	*idem.*	oxyde.
d'argent, de cobalt, de cuivre, de fer, de nickel, d'or, de palladium, de platine, de plomb, de tellure et de mercure. . . .	noirs,	sulfures et hydro-sulfates sulfurés.

EXPÉRIENCE. — *Pour obtenir une couleur noire par le mélange de deux liqueurs incolores, ou réactifs pour reconnaître les dissolutions d'argent, de bismuth et de plomb.*

Versez de l'acide hydro-sulfurique dans des dissolutions salines d'argent, de bismuth ou de plomb, la liqueur prendra aussitôt une couleur noire, et il se précipitera un sulfure de ces métaux, qui sera noir.

Cet acide, versé dans d'autres dissolutions de sels métalliques, fait connaître la nature des métaux qui les constituent; ainsi, avec

Des sels d'arsenic il donne un précipité	orangé.
— de cadmium	jaune.
— d'antimoine	brun marron.

Ces produits sont des sulfures ou des hydro-sulfates.

EXPÉRIENCE. — *Pour reconnaître l'acide hydrochlorique, même dans les proportions de* 0,0000125 *dans l'eau.*

Pour faire cette expérience, il suffit de verser une goutte de nitrate d'argent dans une liqueur contenant de l'acide hydrochlorique, pour y produire un précipité blanc, pesant, caillebotté et insoluble dans l'acide nitrique.

EXPÉRIENCE. — *Avec deux liquides clairs incolores, produire une liqueur laiteuse; ou réactifs pour reconnaître la chaux.*

Versez dans de l'eau de chaux quelques gouttes d'oxalate d'ammoniaque, la liqueur sera rendue laiteuse par l'oxalate de chaux qui se formera aussitôt et se précipitera ensuite.

§ 2. ENCRES DE SYMPATHIE (1).

On donne ce nom à des sucs végétaux, à des solutions acides ou salines, avec lesquels on trace des écritures invisibles qui deviennent visibles ensuite par l'action de la chaleur, l'immersion dans l'eau ou la réaction des divers corps, quelques-unes même par le seul contact de la lumière. Ces diverses récréations donnent lieu à des expériences très-amusantes; on les a même proposées comme un moyen de correspondance secrète; mais l'emploi des encres sympathiques serait, en une telle circonstance, d'une faible utilité, puisque leurs propriétés changent peu de jours après qu'elles ont été appliquées sur le papier. Le plus grand nombre, lorsqu'elles sont sèches, y laissent une teinte plus ou moins prononcée; enfin, aucune ne résiste à l'épreuve d'une forte chaleur. Nous allons donc les considérer comme un simple amusement.

RÉCRÉATION 143. — *Faire paraître une écriture bleue, rouge ou verte.*

Ecrivez sur du papier avec une infusion très-chargée de tournesol ou du suc de fleurs de violettes; exposez cette écriture à la vapeur du gaz acide hydrochlorique, soudain l'écriture passera au rouge. Si vous la soumettez ensuite à l'action du gaz ammoniac, cette couleur rouge passera au bleu, et celle des violettes prendra aussitôt une couleur verte.

(1) Voyez le *Manuel de la fabrication de toutes sortes d'encres*, 1 vol., p. 1 fr. 50 c. qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*.

Cet effet est dû à la propriété dont jouissent les acides de rougir la plupart des couleurs bleues végétales, et les alcalis de les verdir. Quand on a rougi une de ces couleurs par un acide, elle devient bleue un moment par cet acide, étant saturé par l'alcali, ne peut plus agir sur elle; alors une nouvelle dose d'alcali la fait passer au vert.

RÉCRÉATION 144.—*Faire paraître une écriture invisible.*

Ecrivez sur du papier avec une solution de nitrate de bismuth, cette écriture ne sera pas visible ; mais passez dessus et en sens inverse un petit pinceau en cheveux, ou une barbe de plume trempée dans une infusion de noix de galle, et cette écriture paraîtra aussitôt. Cet effet doit être attribué à la décomposition de ce nitrate et à la formation du gallate de bismuth qui en est le résultat.

RÉCRÉATION 145. — *Faire paraître en jaune une écriture invisible.*

Répétez l'expérience précédente; mais, au lieu d'écrire avec le nitrate de bismuth, écrivez avec l'hydrochlorate d'antimoine. La coloration en jaune de l'écriture est due au gallate d'antimoine qui se forme et qui a une couleur jaune.

RÉCRÉATION 146. — *Faire paraître en noir une écriture invisible.*

Ecrivez avec une solution claire et transparente de sulfate de fer, arrosez ensuite cette écriture avec de l'infusion de noix de galle, exposez-la à l'air, et elle ne tardera pas à prendre une couleur noire.

Dans cette expérience, le sulfate de fer est décomposé par l'acide gallique de la noix de galle, qui s'unit à l'oxyde de ce sel et forme un gallate de fer, lequel acquiert une couleur d'autant plus noire qu'il absorbe une plus forte dose d'oxygène dont il dépouille l'air.

Encre sympathique noire.

On fait dissoudre à froid un peu de mercure dans un mélange à parties égales, d'eau et d'acide nitrique (eau forte). Si la solution offre une apparence laiteuse, c'est que le mercure n'est pas pur, ce à quoi l'on remédie en lavant le métal dans le même mélange d'acide et d'eau, jusqu'à ce que celui-ci reste très-limpide. L'on écrit sur le papier avec cette solution. L'écriture chauffée devient noire.

RÉCRÉATION 147. — *Pour faire paraître en bleu une écriture invisible.*

Ecrivez sur le papier avec une solution de nitrate de cobalt. Si vous passez sur cette écritnre invisible un pinceau trempé dans l'acide oxalique liquide, elle contractera aussitôt une couleur violette très-prononcée. On réussit également en écrivant avec l'acide oxalique et passant le nitrate de cobalt sur l'écriture. Dans cette expérience, le nitrate est décomposé par l'acide oxalique qui donne lieu à un oxalate de cobalt dont la couleur est bleuâtre.

RÉCRÉATION 148. — *Faire paraître en jaune une écriture invisible.*

Ecrivez avec une solution de sous-acétate de plomb, et passez sur l'écriture de l'acide hydriodique, elle paraîtra de suite de couleur jaune, due à la décomposition de ce sel et à un composé d'iode, d'oxygène et de plomb.

RÉCRÉATION 149. — *Faire paraître en vert une écriture invisible.*

Ecrivez avec une solution d'arséniate de potasse, et trempez le papier dans du nitrate de cuivre liquide, l'écriture paraîtra en beau vert foncé.

Cet effet est dû à la double décomposition de ces deux sels, qui donne lieu à de l'arséniate de cuivre, lequel produit cette couleur verte connue sous le nom *de Schéèle*, et à du nitrate de potasse.

RÉCRÉATION 150. — *Pour faire paraître en bleu une écriture invisible.*

Ecrivez avec une solution de sulfate de fer, et passez sur cette écriture invisible de l'hydro-cyanate de potasse liquide (prussiate de potasse), elle prendra soudain une belle couleur bleue. Dans ce cas, il s'opère une double décomposition : l'acide hydro-cyanique se porte sur le fer du sulfate, et produit de l'hydro-cyanate de fer ou bleu de Prusse, tandis que l'acide sulfurique, devenu libre, se porte sur la potasse et forme un sulfate de cet alcali.

RÉCRÉATION 151. — *Faire paraître en brun une écriture invisible.*

Si, au lieu d'écrire, comme dans l'expérience précédente, avec du sulfate de fer, vous employez du nitrate de cuivre, l'écriture paraîtra en brun éclatant, qui sera dû à l'hydro-

cyanate de cuivre qui se produit par la double décomposition des deux sels précités. Si l'on emploie, au lieu de nitrate, du muriate de cuivre, la couleur brune sera peu foncée.

RÉCRÉATION 152. — *Faire paraître en vert une écriture invisible.*

Ecrivez avec une solution d'hydrochlorate de titane, et passez sur cette écriture invisible de l'hydro-cyanate de potasse liquide, elle paraîtra aussitôt en vert, qui est dû au prussiate de titane qui s'est formé.

RÉCRÉATION 153. — *Faire paraître en jaune une écriture invisible.*

Si l'on écrit avec une dissolution de nitrate de bismuth, et qu'on la mouille avec de l'hydro-cyanate de potasse liquide, l'écriture paraîtra aussitôt en un très-beau jaune, dû à l'hydro-cyanate de bismuth qui sera formé par échange des bases avec les acides; l'autre sel sera du nitrate de potasse.

RÉCRÉATION 154. — *Faire paraître une écriture invisible en plaçant le papier sur lequel elle est tracée, dans un livre.*

Ecrivez sur un papier avec du sous-acétate de plomb, et placez ce papier dans un livre; mettez ensuite, depuis vingt jusqu'à cinquante pages plus loin, un autre papier trempé dans une solution d'hydro-sulfate de potasse ou de soude (foie de soufre), et laissez le livre en presse pendant quelque temps; en l'ouvrant ensuite, vous trouverez que l'écriture, auparavant invisible, aura paru en brun noirâtre.

Cet effet est dû au gaz acide hydro-sulfurique (gaz hydrogène sulfure) qui s'est fait jour à travers le papier et s'est porté sur le plomb du sous-acétate avec lequel il a formé un sulfure noirâtre.

Il est évident que, si, au lieu de mettre le papier écrit, avec le sous-acétate de plomb, dans un livre, on le mouille avec un hydro-sulfate, l'écriture paraîtra de suite, mais l'autre expérience est plus curieuse.

RÉCRÉATION 155. — *Pour communiquer à une écriture ou à un dessin presque incolore une belle couleur pourpre.*

Ecrivez ou dessinez à la plume avec du nitro-muriate d'or, et mouillez l'écriture avec de l'hydrochlorate d'étain étendu d'eau, elle se colorera soudain en très-beau pourpre dû à l'oxyde d'or qui est précipité de sa dissolution.

RÉCRÉATION 156. — *Faire paraître en noir une écriture invisible, par deux liqueurs incolores.*

Ecrivez avec une solution de deuto-chlorure de mercure, et mouillez avec de l'hydrochlorate d'étain l'écriture, elle se colorera de suite en noir. Cet effet est dû à l'oxyde noir de mercure qui se dépose.

RÉCRÉATION 157. — *Faire paraître en jaune orangé, et par une liqueur incolore, une écriture invisible.*

Ecrivez avec une solution de deuto-chlorure de mercure (sublimé corrosif) et trempez le papier dans l'eau de chaux, l'écriture prendra aussitôt une couleur orangée, due à la précipitation de l'oxyde de mercure par la chaux.

RÉCRÉATION 158. — *Ecriture qui ne peut être visible qu'en trempant le papier dans l'eau.*

Ecrivez sur du papier avec une solution saturée de persulfate d'alumine et de potasse, et trempez, plus ou moins de temps après, ce papier dans l'eau, il en résultera que l'écriture deviendra lisible en la présentant au jour, à cause que les traits qu'on aura tracés seront beaucoup plus obscurs que le reste.

On peut se servir de ce moyen pour écrire dans les interlignes d'une lettre qui ne contiendra que des choses indifférentes, celles qu'on voudra ne faire connaître qu'à la personne qui sera dans le secret.

RÉCRÉATION 159. — *Ecriture rendue visible par le suc de citron.*

Servez-vous, pour écrire, du sous-acétate de plomb (extrait de Saturne), et, lorsque vous voudrez rendre cette écriture visible, trempez ce papier dans du suc de citron ou du verjus; les caractères que vous aurez tracés paraîtront en blanc mat.

Cet effet est dû à la décomposition du sous-acétate de plomb qui donne lieu à un acétate ou à un malate de plomb, qui sont blancs et insolubles.

RÉCRÉATION 160. — *Ecritures invisibles qui paraissent par leur exposition à la chaleur.*

On peut écrire avec différents liquides incolores et faire paraître ces écritures en les chauffant plus ou moins; ainsi, en écrivant avec

Le suc de citron, l'écriture paraît en brun;

L'acide sulfurique très-affaibli,	roux;
L'acide acétique (vinaigre blanc),	rouge pâle;
Le suc d'oignon,	noirâtre;
Celui de cerise,	verdâtre;

Il est indifférent de chauffer ces écritures humides ou sèches; mais il est bon de faire observer que le degré de chaleur n'est pas égal pour toutes; l'acide citrique est celui qu'on doit le moins chauffer. Tout porte à croire que cette coloration est due à l'action de ces acides sur le papier qui est favorisé par la chaleur.

RÉCRÉATION 161. — *Encre sympathique d'or.*

Ecrivez avec une solution saturée d'hydro-chloro-nitrate d'or étendue de deux ou trois fois son poids d'eau: en se séchant, cette écriture cesse d'être visible. On doit conserver le papier soigneusement enfermé; et lorsqu'on veut faire reparaître les caractères, il suffit de l'exposer pendant environ trois heures au soleil.

RÉCRÉATION 162. — *Répondre à une question par écrit sur un papier qu'une autre personne aura emporté avec elle.*

Cet amusement consiste à écrire sur un grand nombre de carrés de papier les questions qu'on veut, et au-dessous avec du nitro-muriate d'or, les réponses qu'on fait à ces diverses questions : on les fait sécher et on les conserve dans un portefeuille. Lorsqu'on veut s'en servir, on en fait choisir quelques-uns par les spectateurs, en les engageant à les garder et leur annonçant que vous irez dans la nuit y écrire au-dessous la réponse, pourvu qu'on les laisse sur la cheminée ou le poêle; il en résulte que si on tient ces papiers dans un endroit sec et chaud, la réponse se trouve le lendemain matin très-visible.

RÉCRÉATION 163. — *Encre sympathique invisible, qui devient pourpre par la chaleur et disparaît en se séchant.*

Faites dissoudre du safre dans l'acide nitrique, et jetez-y peu à peu du sous-carbonate de potasse; laissez reposer la liqueur, et étendez-la d'eau suffisamment. Ecrivez avec cette solution, et laissez sécher; alors cette écriture deviendra visible sous une couleur purpurine en présentant le papier au feu, pour disparaître aussitôt qu'il sera retourné à la température atmosphérique.

RÉCRÉATION 164. — *Ecriture invisible qui devient rose étant exposée à la chaleur, et qui redevient invisible par le froid.*

Si vous dissolvez le safre ou oxyde de cobalt, comme dans l'expérience précédente, et qu'au lieu de sous-carbonate de potasse vous y ajoutiez du nitrate de cet alcali bien pur, vous obtiendrez une liqueur rose dont l'écriture disparaîtra en se séchant, reparaîtra en l'approchant du feu, et deviendra de nouveau invisible par le refroidissement.

Nous aurions pu multiplier à l'infini les recettes de ces encres sympathiques ; nous nous bornerons à dire qu'il en est d'autres très-curieuses qui sont exposées et expliquées dans le *Manuel de Chimie amusante*, de M. Riffault, faisant partie de l'*Encyclopédie-Roret*, auquel nous renvoyons nos lecteurs pour ne pas faire un double emploi.

RÉCRÉATION 165. — *Changer un tableau représentant l'hiver en un autre qui représente le printemps.*

Cette expérience est due à l'application des encres de sympathie au dessin. Il suffit, en effet, pour changer un arbre dépouillé de feuilles et de fleurs en arbre orné de fleurs et de feuilles, de peindre, au simple trait sur un tableau représentant l'hiver, des arbres et des arbrisseaux dépouillés de feuillage. On peint ensuite les feuilles, les fleurs et les fruits avec les encres de sympathie, vertes, rouges, jaunes, etc.; on laisse sécher ces dessins, qui sont alors invisibles, on les encadre en les couvrant par-dessus d'un verre et de l'autre côté par un papier collé sur le cadre.

Lorsqu'on veut opérer la métamorphose de l'hiver en printemps, on expose ce tableau à l'action des rayons solaires ou à un feu doux, et l'on ne tarde pas à voir ces arbres et arbrisseaux se couvrir de feuilles, de fruits et de fleurs. Par le refroidissement, tout disparaît; en le chauffant de nouveau, on le fait reparaître, etc. : on prépare de la même manière des écrans sympathiques.

RÉCRÉATION 166.—*Aussi curieuse qu'utile pour faire paraître en bleu ou en noir l'écriture effacée par le chlore.*

Les malfaiteurs ne connaissent que trop la propriété qu'a le chlore d'effacer l'écriture et de rendre le papier blanc. Ils ont abusé à tel point de cette funeste connaissance, et le nombre des faussaires est devenu si prodigieux, que le gouvernement a cru devoir s'adresser à l'Académie des Scien-

ces, tant pour trouver un procédé propre à faire reparaître l'écriture détruite par le chlore, que pour composer une encre indélébile et un papier qui, prenant, par cet agent, une couleur indestructible, s'oppose à ce que les malfaiteurs puissent recourir désormais au chlore pour effacer l'écriture. Nous conseillons de tremper les papiers soupçonnés d'avoir eu des écritures effacées par le chlore, dans une solution d'acide hydro-cyanique, ou d'acide gallique. Si le papier ne change pas, c'est une preuve qu'il n'en a été rien effacé; dans le cas contraire, l'écriture reparaît en bleu par l'acide hydro-cyanique, à cause du bleu de Prusse qui s'est formé, ou bien en noir par l'acide gallique, et c'est alors un gallate de fer, ou de l'encre, qui est reproduit. Ce procédé est aussi simple qu'ingénieux; on peut, il est vrai, le rendre infructueux en faisant subir au papier dont on a effacé l'écriture, une opération que nous nous abstiendrons de faire connaître pour ne pas multiplier les moyens de fraude.

EXPÉRIENCE. — *Rendre visible une écriture au moyen d'une poudre colorée.*

On écrit sur le papier avec des sucs mucilagineux incolores, ou bien avec le lait et les divers liquides visqueux; en répandant ensuite une poudre fine colorée sur le papier, elle se fixe sur divers traits, et l'écriture devient visible.

EXPÉRIENCE. — *Pour préparer un papier propre à écrire d'une manière invisible.*

Incorporez avec du saindoux un peu de térébenthine très-pure, et étendez-en une couche très-mince sur du papier fin au moyen d'une éponge. Lorsqu'on veut s'en servir, on pose cette feuille ainsi préparée sur du papier ordinaire, et on écrit sur la première avec un poinçon un peu émoussé; par ce moyen la pression produite par le poinçon sur toutes les parties où il aura passé aura fait adhérer à l'autre papier des traits gras qui deviendront visibles en promenant dessus une poudre colorée, comme le charbon en poudre très-fine, etc.

EXPÉRIENCE. — *Pour tracer des dessins au moyen de ce papier.*

Il suffit, pour cela, de joindre à la composition ci-dessus un peu de noir de fumée en poudre très-fine, et de bien frotter le papier sur lequel on en applique une couche, jusqu'à ce qu'il ne tache plus celui sur lequel on le pose; alors on dessine sur le papier noir, et le dessin se trouve reproduit

sur le papier blanc, ou bien sur la toile ou le taffetas, si on les substitue au papier. Cette méthode peut être fort utile pour les brodeuses qui ne savent pas dessiner.

RÉCRÉATION 167. — *Oracle magique.*

Ecrivez diverses questions avec de l'encre ordinaire sur des feuilles de papier séparées, et tracez au-dessous de chacune des réponses différentes avec le suc de citron ou d'ognon, ou une solution de nitro-muriate d'or. Faites choisir la question qu'on désire, et placez celle où se trouvera la réponse que vous voudrez, dans une boîte à laquelle on donne le nom d'*antre de la Sybille.* Cette boîte a, dans son couvercle, une plaque de fer très-chaude, de sorte qu'en y enfermant ce papier, l'écriture de l'encre sympathique, portant la réponse à la question, devient visible tant qu'il est chaud, et disparaît aussitôt qu'il est froid.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire disparaître la couleur de l'encre et la rétablir aussitôt*

Versez quelques gouttes d'acide sulfurique dans de l'encre, la couleur noire disparaîtra aussitôt, parce que cet acide formera avec le fer un sulfate presque incolore; si vous ajoutez alors du sous-carbonate de potasse en suffisante quantité, elle redevient noire. Cela tient à ce que la potasse s'unit à l'acide sulfurique, et que le fer se réunissant à l'acide gallique, redonne à la liqueur la couleur noire de l'encre.

Couleur bleue qui paraît et disparaît à volonté par la chaleur et le refroidissement.

L'iodure d'amidine a une belle couleur bleue qu'il perd au bout de quelques jours, quand il reste exposé à la lumière. M. Lassaigne a constaté que cette couleur bleue peut lui être enlevée par le calorique et restituée par le froid. Pour cela, on introduit la solution d'iodure d'amidine dans un tube de verre qu'on chauffe graduellement jusqu'à environ 90° C. La couleur disparaît peu à peu et la liqueur devient incolore, claire et transparente, En la laissant refroidir peu à peu, elle reprend, par nuances, sa belle couleur primitive, à moins qu'on ne l'ait chauffée au-delà du point précité. Le rétablissement de cette couleur est bien plus prompt, si l'on plonge le tube de verre, encore chaud, dans l'eau froide.

On prépare l'iodure d'amidine en triturant la fécule de pomme de terre dans un petit mortier d'agate, jusqu'à ce qu'elle soit réduite en une poudre très-fine qu'on délaie dans

l'eau distillée, et filtrant pour en séparer les téguments. On verse ensuite dans la liqueur, goutte à goutte, une solution alcoolique d'iode, qui y produit aussitôt une belle teinte bleu indigo foncé.

SECTION XI.

DES SELS.

On donne le nom de *sels* aux composés résultant de la combinaison des acides avec les bases salifiables. Sous ce nom de *bases salifiables*, on comprend les oxydes métalliques, l'ammoniaque et quelques composés végétaux. Quelques acides peuvent s'unir avec plus d'une base en même temps; s'ils en ont deux, on les appelle *sels triples*. Les sels sont connus sous le nom de *sels neutres* quand ils ne participent point des propriétés d'aucun des principes constituants; dans ce cas, ils ne rougissent ni ne verdissent le sirop de violette : on les nomme *acides*, *acidules* ou *sur-sels* quand il y a excès d'acide, et qu'ils rougissent certaines couleurs bleues végétales; enfin, on les désigne par le nom de *sous-sels* quand il y a excès de base et qu'ils la verdissent.

Hydrométrographe, par M. Joss. Baader.

Cette ingénieuse machine, qui sert à mesurer les quantités d'eau salée employées dans les travaux d'exploitation du sel de Reichenhall et de Traunstein, en Bavière, mérite, par son importance, plus qu'une simple mention, surtout par les nombreuses applications dont elle est susceptible, tant pour régler l'écoulement du gaz qui sert à l'éclairage, que pour déterminer les quantités d'eau fournies par des chutes de ce liquide, et qui doivent servir de forces motrices. Le même appareil, construit sur des échelles plus petites, peut être employé dans les distilleries, et même la météorologie pourrait en tirer parti pour mesurer la quantité de pluie tombée dans un temps donné.

Nous allons en donner une description aussi succincte que possible.

La figure 105 représente l'instrument vu de face.

La 106e figure, le plan de l'instrument.

Deux vases de bois *a a*, dont la forme est un parallélipipède rectangle, contenant chacun 171 décimètres cubes d'eau, sont remplis et vidés tour-à-tour par le mécanisme suivant : *b* est une auge qui peut s'incliner successivement des deux côtés; dans cette auge vient se rendre, au moyen du tuyau *c*, le liquide qu'on veut mesurer. Les deux vases de bois *a a* portent

chacun un flotteur *d d* de cuivre creux, dans la partie supérieure duquel est attachée une tige soutenant une douille *e*, qui est représentée plus en grand fig. 107. Une bascule *f*, poussée alternativement par les pièces saillantes de ces deux douilles jusqu'aux points *s s*, permet à un boulet de fonte *p* de glisser entre deux barres de fer *o o*, et celui-ci roule jusqu'à l'extrémité de la bascule, qui porte dans sa partie inférieure deux saillies de fonte *u u* qui pressent successivement les tiges *t h*, aux extrémités desquelles sont deux soupapes coniques; l'une se ferme en même temps que l'autre se lève, étant fixées toutes les deux à un même levier *g*. Lorsque la tige *h* abaisse la soupape correspondante, et ferme ainsi l'un des vases, cette même tige, qui passe à travers l'angle *b*, l'abaisse aussi du même côté, et ce vase s'emplit, tandis que l'autre se vide; mais en même temps, le flotteur du premier vase s'élève et fait tourner la bascule de l'autre côté, où le même mécanisme produit les mêmes effets. A la tige de l'un des flotteurs est un petit mentonnet *g* qui fait mouvoir une bielle *l* à l'aide d'un levier. La bielle *l* s'engage dans une roue dentée à rochet, qui est arrêtée par un ressort *n* ; le rochet a dix dents, il porte un pignon qui en a six, et fait tourner une deuxième roue qui a soixante dents : celle-ci communique, par un pignon portant six ailes, son mouvement à une troisième roue ayant soixante dents, etc.; chacune de ces roues porte une aiguille qui marque sur un cadran des dixièmes de tour, et, comme elles vont successivement dix fois moins vite l'une que l'autre, elles peuvent marquer des nombres de dix en dix fois plus grands, et l'on peut lire ainsi sur les cinq cadrans jusqu'à 3,428 mètres cubes d'eau.

Cette machine a été soumise à l'expérience pendant plusieurs années, et l'on a obtenu tout le succès qu'on pouvait s'en promettre.

EXPÉRIENCE. — *Préparation charbonneuse à explosion.*

Faites fondre dans un creuset quatre parties de nitrate de potasse; et, quand il y aura quelque temps que ce sel sera en fusion, projetez-y deux parties de charbon en poudre fine; il s'opérera aussitôt une explosion et une combustion des plus vives; les nouveaux produits seront de l'azote, de l'acide carbonique et du carbonate de potasse.

EXPÉRIENCE. — *Poudre charbonneuse à déflagration.*

Mêlez deux parties de nitrate de potasse et une de charbon, l'un et l'autre en poudre fine, placez ce mélange sur

une pelle à feu, et touchez avec un fil-de-fer rouge, vous produirez aussitôt une belle combustion ; le nitrate sera décomposé, et les résultats seront de l'azote libre, du gaz acide carbonique produit par le charbon et l'oxygène de l'acide nitrique, et du carbonate de potasse.

EXPÉRIENCE. — *Détonnation violente au moyen du phosphore et du nitre.*

Faites fondre dans un creuset 24 grammes de nitrate de potasse, et jetez-y ensuite environ 7 décigrammes de phosphore, il se produira soudain une détonnation des plus fortes et une combustion très-vive. Le phosphore, en s'emparant de l'oxygène d'une partie de l'acide nitrique, passe à l'état d'acide phosphorique, lequel s'unit à la potasse à l'état de phosphate, tandis que l'azote, autre principe constituant de l'acide nitrique, se dégage. Si, au lieu de nitrate de potasse, on emploie le nitrate de soude, l'effet est le même.

EXPÉRIENCE. — *Explosion par la percussion du phosphore et du nitrate de potasse.*

Placez sur une enclume un mélange de 53 centigrammes de sel de nitre pur et de 11 centigrammes de phosphore sec, et frappez-le avec un marteau échauffé ; il en résultera une violente explosion ; l'acide nitrique se décompose dans cette expérience, et l'on a de l'azote, de l'acide phosphorique et du phosphate de potasse.

Avec le nitrate de soude, on obtient les mêmes résultats.

EXPÉRIENCE. — *Explosion produite par la percussion du soufre et du nitrate d'argent.*

Prenez 53 centigrammes de nitrate d'argent en poudre et 21 centigrammes de soufre, mêlez et enveloppez ce mélange dans un papier que vous placerez ensuite sur une enclume. Frappez alors un grand coup sur ce papier avec un large marteau un peu chauffé, et vous déterminerez une explosion violente et la réduction de l'argent. Si le marteau est froid, il n'y a ni réduction de ce métal ni explosion, mais une simple inflammation du soufre.

EXPÉRIENCE. — *Explosion produite par la percussion du nitrate d'argent et du charbon.*

On obtient les mêmes résultats que dans l'expérience précédente, avec un mélange, à parties égales, de charbon et de nitrate d'argent, avec cette différence que les produits

sont de l'azote et de l'acide carbonique, et que la réduction de ce métal n'est quelquefois que partielle.

EXPÉRIENCE. — *Explosion du nitrate d'argent et du phosphore par la percussion.*

32 centigrammes de nitrate d'argent en poudre et 11 centigrammes de phosphore pliés dans du papier et soumis sur une enclume à l'action du marteau, donnent lieu à une forte explosion. Il se dégage de l'azote, et il y a production d'acide phosphorique.

EXPÉRIENCE. — *Explosion du nitrate de cuivre et du phosphore par la percussion.*

L'expérience précédente, faite avec 64 centigrammes de nitrate de cuivre et 11 centigrammes de phosphore, produit, par la pression d'un marteau chaud, une explosion très-forte. — Le sel se décompose et donne de l'azote et de l'acide phosphorique.

EXPÉRIENCE. — *Explosion du nitrate de mercure et du phosphore par la percussion.*

Cette dernière expérience, faite avec 11 centigrammes de nitrate de mercure et 11 centigrammes de phosphore, détermine une explosion des plus violentes. — Sel décomposé, métal réduit, formation d'acide phosphorique, et azote mis à nu.

EXPÉRIENCE. — *Explosion du nitrate de plomb et du soufre par la trituration.*

Broyez dans un mortier, avec un pilon chaud, un mélange de 53 centigrammes de nitrate de plomb avec autant de soufre, une explosion aura lieu. — Décomposition de sel, réduction du métal, formation d'acide sulfureux, dégagement de gaz azote.

Par la trituration de 21 centigrammes de bismuth et 11 centigrammes de phosphore, on produit également une vive explosion.

EXPÉRIENCE. — *Explosions produites par divers mélanges avec le chlorate de potasse.*

Chlorate de potasse et charbon.

Ces deux corps, mêlés dans la proportion de 21 centigrammes du premier sur 11 centigrammes du second, enveloppés dans du papier et exposés sur une enclume à l'action du marteau, produisent une détonnation violente.

Chlorate de potasse et phosphore.

Ce même effet a lieu au moyen de 5 centigrammes de potasse et 2 centigrammes 1/2 de phosphore. On peut également le produire en broyant ce mélange dans un mortier de bronze. Il est bon de faire observer que ces expériences sont fort dangereuses, et qu'on ne doit opérer que sur de petites quantités et avec les plus grandes précautions.

Chlorate de potasse et soufre.

16 centigrammes de ce sel et 5 centigrammes de soufre donnent lieu à une explosion des plus violentes par une légère trituration dans un mortier de bronze ; elle est des plus fortes par le choc avec le marteau.

Chlorate de potasse et acide sulfurique.

Il suffit de projeter du chlorate de potasse dans un peu d'acide sulfurique pour déterminer une explosion et une combustion instantanée; telle est, à peu de chose près, la composition des briquets dits *physiques*.

Chlorate de potasse et arsenic.

Un mélange de 11 centigrammes de chacun, frappé sur l'enclume détonne avec force.

EXPÉRIENCE. — *Avec le chlorure d'azote.*

Si vous mettez du chlorure d'azote de la grosseur d'une tête d'épingle dans une cuiller de fer, et que vous l'exposiez à l'action de la chaleur, au bout de quelques secondes, l'explosion qui aura lieu sera des plus vives. Comme ce chlorure est le plus fulminant et un des plus dangereux, nous allons indiquer sa préparation.

Faites passer un courant de chlore dans un vase contenant une solution de nitrate d'ammoniaque, elle se couvre en peu de temps d'une pellicule qui se dépose au fond du vase sous forme de globules jaunâtres : c'est le chlorure d'azote.

Effet curieux du chlorure d'azote sur l'huile.

Placez dans une capsule de faïence 2 centigrammes 1/2 de chlorure d'azote, et versez dessus quelques gouttes d'huile d'olive, d'amande, etc., au moyen d'une cuiller que vous aurez eu soin d'attacher au bout d'un long bâton, afin de vous préserver de tout danger; dès que l'huile est en contact avec ce chlorure, il se produit une détonnation telle que la capsule est brisée en mille pièces.

Chlorure d'azote et phosphore ; expérience curieuse et dangereuse.

Placez 2 centigrammes 1/2 de chlorure d'azote sur du papier; suspendez 5 centigrammes de phosphore au bout d'un fil-de-fer long d'environ un mètre; prenez ce fil par l'autre extrémité, et mettez en contact le phosphore avec le chlorure d'azote; soudain une explosion des plus violentes a lieu : elle est plus terrible encore si l'on opère sur 5 centigrammes de chlorure dans un vase; ce dernier est réduit en pièces. On doit avoir soin, en faisant cette expérience, de se couvrir les yeux avec la main, afin de les garantir du phosphore, et surtout de n'agir que sur de petites doses.

EXPÉRIENCE. — *Sur les effets de l'iodate de potasse avec quelques combustibles.*

Iodate de potasse et charbon.

Frappez avec force, sur une enclume, un mélange de 32 centigrammes d'iodate de potasse et de charbon en poudre, et vous produirez une grande explosion.

Le même effet aura lieu avec un mélange de 42 centigrammes d'iodate de potasse et de soude et de 32 centigrammes de soufre, ainsi qu'avec celui de 32 centigrammes de ce sel en poudre et 16 centigrammes de phosphore.

Iodate de potasse et soufre fondu.

Si l'on projette dans du soufre fondu un peu d'iodate de potasse, il se produit aussitôt une déflagration violente, et il se forme de l'iodure de soufre et du sulfate de potasse.

EXPÉRIENCE. — *Préparation et effets de l'iodure d'azote.*

On prépare cet iodure en versant dans de l'ammoniaque de l'iode tant qu'il se forme un précipité d'iodure d'azote, qu'on recueille en décantant la liqueur, et que l'on enferme soigneusement.

Ce composé détonne par la plus faible chaleur et par le moindre frottement.

EXPÉRIENCE. — *Préparation et explosion du platine fulminant.*

Précipitez une dissolution de nitro-muriate de platine par l'ammoniaque ; filtrez et lavez le précipité que vous mettrez ensuite dans une solution de potasse pure; évaporez et lavez jusqu'à ce que l'eau passe insipide ; faites sécher à une basse température cette poudre brunâtre, que vous conserverez dans un flacon bouché à l'émeri.

Explosion et effets très-curieux de cette explosion.

Mettez sur un disque de cuivre 11 centigrammes de platine fulminant, que vous exposerez à l'action de la chaleur jusqu'à ce qu'elle s'élève à 400°. Il se produit alors une détonnation si violente, que le disque de cuivre est percé de part en part s'il est mince.

Il est digne de remarquer que la force du platine, comme celle de l'or détonnant, agit de haut en bas.

Nous croyons devoir recommander de ne préparer à la fois que de petites quantités de platine détonnant, afin de ne pas s'exposer à des dangers évidents.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire supporter une bague à un fil brûlé.*

Laissez tremper, pendant un jour, dans une solution d'hydro-chlorate de soude (sel marin), du fil ordinaire, et faites sécher, prenez ensuite un de ces fils, attachez une bague légère à l'un des bouts, et suspendez-le par l'autre. Ces dispositions prises, allumez-le fil au point où il touche la bague ; la combustion totale aura lieu promptement ; et, si on ne fait pas vaciller la bague pendant ce temps, elle restera suspendue ; si on touche, au contraire, ce fil brûlé, elle tombe aussitôt. Cet effet nous paraît dû à ce que les molécules salines, dont on enduit le fil, ont conservé entre elles une légère affinité que le poids seul de la bague ne peut rompre.

EXPÉRIENCE. — *Percer une planche au moyen d'un bout de chandelle.*

Chargez un fusil, comme à l'ordinaire, et mettez-y un bout de chandelle au lieu d'une balle ; tirez ensuite contre une planche et vous la percerez de part en part.

EXPÉRIENCE. — *Faire un trou rond à une vitre, d'un coup de pistolet sans la casser.*

Pour faire cet essai, on tire contre une vitre un coup de pistolet chargé avec une petite balle, qui y fait un trou égal à son diamètre, sans cependant casser la vitre. Cet effet est dû à ce que la vitesse du projectile est trop grande pour que la vitre ait le temps de fléchir ; de sorte qu'on peut dire avec raison que la balle chasse devant elle la partie du verre qu'elle touche. Lorsqu'on tire, au contraire, une pierre contre une vitre, elle est brisée en morceaux, parce que la vitesse étant moindre et le corps choquant plus gros, le corps choqué fléchit et se brise. C'est pour cette même raison que, dans les

batailles navales, il est moins dangereux de recevoir un boulet à demi-portée qu'à portée entière, puisque dans le premier cas il ne fait qu'un trou que l'on répare aisément, tandis que, dans le second, la vitesse étant moindre, le boulet fait fléchir le bois et brise la charpente aux environs du point qu'il frappe.

EXPÉRIENCE. — *Faire tirer sur soi un coup de fusil chargé à balle sans en être blessé.*

On charge le fusil, en ne mettant que quelques grains de poudre dans le canon au-dessous de la balle et versant le reste par-dessus. De cette manière, la détonnation est très-forte et la balle tombe à 325 millimètres du fusil.

Autre moyen.

Ayez un pistolet d'arçon muni d'un double tube, d'environ 162 millimètres de longueur, qui entre aisément dans celui qui constitue le pistolet, et dont l'extrémité inférieure doit être solidement fermée; chargez cet arme avec de la poudre avant de la présenter aux spectateurs, et introduisez par dessus cette charge le tube précité; chargez alors le pistolet ou faites-le charger par quelqu'un; cela fait, prenez-le par le bout du tube, et en soulevant adroitement la culasse, c'est-à-dire en plaçant cette arme verticalement, faites couler le petit tube qui contient la balle dans votre manche: il est dès-lors évident que vous n'aurez aucun danger à courir.

EXPÉRIENCE. — *Faire passer une liqueur incolore successivement au bleu, lilas, pêche et rouge, sans la toucher.*

Introduisez dans une petite fiole contenant 30 grammes de solution de potasse caustique, 4 grammes de nitrate de cobalt en poudre; il y a aussitôt décomposition de ce sel et précipitation d'un oxyde bleu de cobalt : bouchez pour lors la fiole, et la liqueur ne tardera pas à prendre une couleur bleue qui passera au lilas, ensuite au pêche, enfin au rouge léger.

SECTION XII.

VARIÉTÉS.

EXPÉRIENCE. — *Pour graver facilement sur verre.*

Faites chauffer le verre, et enduisez-le d'une couche de cire; quand elle sera refroidie, tracez dessus les traits ou

dessins que vous désirez, de manière à pénétrer jusqu'au verre; plongez-le ensuite dans l'acide sulfurique, et saupoudrez de fluate de chaux. Au bout d'un certain temps, on fait chauffer de nouveau le verre pour enlever la cire, et l'on trouve tous les traits reproduits en creux. Cet effet est dû à la décomposition du fluate de chaux par l'acide sulfurique qui met l'acide fluorique à nu, lequel se porte sur la silice, qui est un des principes constituants du verre, et n'attaquant que ce qui n'est pas recouvert de cire.

EXPÉRIENCE. — *Pour rendre hideux les visages d'une réunion de personnes.*

Agitez dans de l'alcool de l'hydro-chlorate de soude et du safran, trempez dans cette liqueur une éponge ou des étoupes allumées, et éteignez les bougies; dès-lors la couleur de la peau paraîtra verte, et celle des lèvres olive foncé.

EXPÉRIENCE. — *Percer la tête d'un poulet avec une aiguille sans lui donner la mort.*

Les charlatans exécutent ce tour en introduisant une aiguille au milieu de la partie de la tête du poulet qui correspond entre les deux lobes du cerveau; on peut l'enfoncer à tel point qu'on pourra clouer le poulet contre la table sans qu'il meure, pourvu qu'on ne l'y laisse pas plus d'un quart-d'heure.

Description du thaumatrope.

Découpez en cercle une carte blanche des deux côtés, de manière à ce qu'elle puisse tourner rapidement autour d'un de ses diamètres comme axe (1). Représentez de chaque côté un dessin tel qu'en les plaçant l'un sur l'autre ils puissent donner lieu à un troisième. Si l'on dessine donc un oiseau d'un côté et une cage de l'autre, et qu'on imprime à cette carte un mouvement de rotation très-rapide, l'impression que produira l'un des dessins sur la rétine persistera encore lorsque celle qui sera due à l'autre dessin commencera. D'après cet effet simultané, l'oiseau sera vu dans la cage. En variant les dessins, on peut donner lieu à une série de récréations nouvelles.

(1) On opère ce mouvement de rotation en attachant aux extrémités du diamètre de chacune d'elles une ficelle que l'on tord fortement, et qui, en se détordant, communique cette rotation à la carte.

EXPÉRIENCE. — *Larmes bataviques.*

Les larmes bataviques sont des gouttes de verre que les ouvriers laissent tomber dans l'eau froide. Lorsqu'on a cassé le petit bout, elles se réduisent en poussière avec violence dans la main de celui qui fait cette expérience, mais sans le blesser. Si l'on fait rougir ces larmes, et qu'on les fasse refroidir peu à peu, elles perdent cette propriété; en cet état, si vous les faites rougir de nouveau, et que vous les plongiez tout-à-coup dans l'eau froide, elles la reprennent.

Les physiciens modernes attribuent la rupture de ces larmes à l'élasticité des molécules de verre. Le verre, à l'état liquide où à l'état de mollesse, dit Beudant, occupe plus de place qu'à l'état solide; au moment de l'immersion dans l'eau des gouttes de verre fondu, leur couche extérieure se solidifie en se modelant, en quelque sorte, sur les molécules intérieures qui sont encore molles, et par conséquent dilatées. Il est donc évident que la surface de la larme est beaucoup plus grande que si le refroidissement avait eu lieu graduellement. Ce principe admis, quand les molécules intérieures se refroidissent, elles tendent à diminuer de volume; mais comme elles se trouvent retenues par l'attraction de la surface déjà solidifiée, qui détermine l'espace qu'elles doivent remplir, il en résulte que, ne pouvant pas se rapprocher autant qu'elles l'auraient fait si le refroidissement eût été lent, elles se trouvent dans un arrangement, pour ainsi dire forcé, et dans une tension qui se développe aussitôt qu'on brise le petit bout des ces larmes.

EXPÉRIENCE CURIEUSE. — *Phénomène que présente la rupture d'une larme batavique.*

M. Bellani a observé qu'en rompant la queue d'une larme batavique sous de l'eau contenue dans un récipient de verre, ce récipient se brise avec explosion, au moment de la rupture de cette larme, lors même que la surface de l'eau est découverte. Il attribue cet effet à la rapidité avec laquelle s'opèrent la rupture de la larme batavique et l'explosion qui en est la conséquence, rapidité telle que l'eau n'a pas le temps de céder, et qu'elle communique le mouvement aux parois du récipient, comme le ferait un corps solide. C'est un phénomène du même genre que celui qui a lieu quand on tire avec un pistolet une balle sur la surface de l'eau; la balle est alors comprimée et aplatie comme elle le serait si elle avait frappé contre une surface solide.

Observations sur les larmes bataviques, par M. CAGNIARD-LATOUR.

On regarde généralement une larme batavique comme un assemblage de ressorts tendus et solidaires les uns des autres, parce qu'au moment où l'on brise la queue d'une pareille larme, celle-ci d'ordinaire éclate et se pulvérise. Cet effet, suivant l'auteur, ne serait pas dû à la simple soustraction de la queue, mais plutôt aux moyens vibratoires que le mode de soustraction occasionne dans le système, et à l'amplitude que ces mouvemens peuvent avoir à raison de l'élasticité particulière dont paraît jouir le verre de pareilles larmes.

A l'appui de son opinion, il annonce avoir reconnu que la queue se sépare sans que la larme éclate, lorsque pour cet effet on emploie la fusion à l'aide du chalumeau; que l'on peut même parfois casser impunément à froid une pareille queue, lorsque préalablement elle a été ramenée par un léger recuit à l'état de verre ordinaire dans ses points de rupture; et qu'enfin on peut tailler à facette le corps d'une larme batavique en l'usant avec précaution sur une meule de lapidaire. Il fait remarquer en outre qu'ayant essayé d'appuyer sur des sphères de différents diamètres, des portions de queue bataviques à peu près droites et cylindriques, pour connaître le maximum de flexion que, sans se casser, elles pouvaient supporter, soit avant, soit après le recuit, il a trouvé que, dans le premier cas, cette flexion était moins limitée que dans le second; qu'ainsi, par exemple, avant le recuit, une portion de queue d'environ un demi-millimètre d'épaisseur se courbait facilement suivant un arc de cercle de cinq centimètres de diamètre, mais se cassait lorsqu'après l'avoir recuite on essayait de la soumettre à la même flexion.

Le verre des larmes bataviques n'est pas sensiblement plus dur que le verre ordinaire, mais il paraît avoir beaucoup plus de ténacité; car une des portions de queue dont il vient d'être question ayant été placée par ses extrémités à deux points d'appui horizontaux, puis soumise dans son milieu à divers efforts verticaux avant et après son recuit, a pu supporter, dans le premier cas, un poids de deux kilogrammes, tandis que dans le second elle s'est rompue sous la pression d'un demi-kilogramme seulement; différence qui, suivant M. Cagniard-Latour, serait encore à l'appui de son opinion, que le mouvement de contraction ou de détente, par l'action mécanique duquel une larme batavique se pulvérise en éclatant, doit avoir une amplitude extraordinaire.

Dans l'intention d'apprécier l'énergie de cette action, il a rempli d'eau plusieurs gobelets de verre qui avaient été mal recuits, et a fait éclater à l'aide d'une pince, au milieu de cette eau, tantôt des larmes bataviques, et tantôt des sphères creuses de verre dans lesquelles on avait fait le vide. Dans le premier cas, les gobelets se brisaient ordinairement, quoique les larmes ne fussent point appuyées contre les parois de ces gobelets; tandis que, dans le second cas, ils résistaient, quoique le diamètre des sphères employées excédât en général un centimètre.

L'auteur a fait sur les larmes bataviques diverses autres observations, notamment les suivantes : 1° Si l'on fait recuire une larme batavique au rouge sombre, c'est-à-dire de façon qu'elle ne puisse éclater après son refroidissement et n'ait pas changé sensiblement de forme, on trouve que le son de ses vibrations transversales est devenu plus aigu; 2° les débris d'une larme éclatée, lorsqu'ils ont été chauffés de même, puis refroidis, sont moins denses qu'avant ce recuit; 3° dans les mêmes circonstances, une larme batavique entière ne change pas sensiblement de densité, ce qui, dans l'hypothèse où le verre de cette larme resterait dilaté après le recuit, comme il arrive aux débris éclatés, autoriserait à penser que les bulles ou petites cavités contenues dans cette larme éprouvent une contraction qui compense la dilatation du verre; 4° enfin la densité des débris d'une larme éclatée, qu'ils soient recuits ou non, surpasse celle d'une larme entière.

EXPÉRIENCE. — *Gobelet dont le fond se réduit en poussière comme les larmes bataviques.*

On fait, dans les verreries, de petits gobelets dont le fond très-épais, a été refroidi dans l'eau comme les larmes bataviques. Lorsqu'on veut les réduire en poudre, on laisse tomber perpendiculairement sur le fond un morceau de verre ou de caillou anguleux. Cet effet n'a plus lieu si on fait rougir le verre, et qu'on le fasse refroidir lentement. Cette dernière expérience démontre la nécessité de faire recuire les ouvrages en verre, etc.

Pronostic pour reconnaître les changements de temps.

Les laboureurs, les habitants de la campagne et les pilotes sont très-habiles à prévoir les changements de temps; ces derniers surtout ne se trompent guère lorsqu'ils prédisent les tempêtes, par des signes dont l'expérience leur a fait connaître l'exactitude : rigoureusement parlant, ces pronos-

tics n'offrent pas une certitude mathématique, mais ils se réalisent souvent; nous n'allons cependant les présenter que comme des probabilités.

On a remarqué qu'il pleut presque toujours deux ou trois jours après que la terre a été couverte, le matin, d'une grosse rosée blanche.

Si le soleil se lève avec une apparence rouge ou pâle, il pleut ordinairement dans la journée. Il pleut le lendemain, s'il se couche enveloppé d'un gros nuage; si, après cet indice, la pluie tombe sur-le-champ, il fait le lendemain beaucoup de vent. Le vent est encore annoncé par l'aspect pâle du soleil couchant.

Un ciel rouge, au soleil levant, annonce une pluie future; le même aspect du ciel, à l'endroit ou le soleil se couche, est une marque de beau temps. Si, le soleil étant couché, ou avant qu'il se lève, il se forme sur les marais, sur les eaux ou sur les prés, une vapeur blanche, on peut conclure que le jour suivant sera beau et qu'il fera chaud.

Si la lune, étant pleine, se lève belle et bien claire, elle indique une suite de plusieurs beaux jours. Se lève-t-elle pâle, elle indique une pluie future. On peut présager du vent quand la lune est rouge à son lever. Les indices que l'on peut retirer de la lune sur l'état futur du temps sont bien rendus par ce vers latin :

Pallida luna pluit, rubicunda flat, alba serenat.

Les animaux peuvent aussi nous fournir des signes d'une pluie future ; tels sont ceux-ci :

Lorsque les oiseaux semblent, avec leur bec, chercher les poux parmi leurs plumes;

Lorsque ceux qui se tiennent ordinairement perchés sur les arbres rentrent dans leurs nids;

Lorsque les oiseaux, les foulques aquatiques, surtout les oies, trépignent et crient plus qu'à l'ordinaire;

Lorsqu'ils recherchent la terre, et que les oiseaux de terre cherchent l'eau;

Lorsque les abeilles s'éloignent peu de leurs ruches, ou n'en sortent pas du tout;

Quand les mouches et les puces piquent vivement

Lorsque les moutons bondissent extraordinairement, et se battent à coups de tête;

Lorsque les ânes secouent les oreilles;

Lorsque les vers de terre sortent en grande quantité;

Lorsque les grenouilles coassent plus qu'à l'ordinaire;

Lorsque les chats se peignent la tête avec les pattes de devant et se nettoient le reste du corps avec la langue;

Lorsque les renards et les loups poussent des hurlements plus forts qu'à l'ordinaire; que les fourmis abandonnent leur travail et se cachent dans la terre, et que les bœufs, attachés ensemble, lèvent la tête et se lèchent le museau;

Lorsque les pigeons rentrent dans leurs colombiers;

Que le coq chante plus de bonne heure qu'à l'ordinaire;

Que les poules, rassemblées, se pressent dans la poussière;

Qu'on entend crier des crapauds sur des lieux élevés;

Que les dauphins se montrent souvent sur la mer;

Ou que les cerfs se battent, etc.

L'arc-en-ciel indique aussi quand il doit pleuvoir; s'il paraît à l'orient, surtout avec des couleurs bien vives, il annonce une grande pluie; il pleuvra peu s'il se montre à l'occident; mais alors il présage aussi le tonnerre; il fait espérer le beau temps s'il paraît le soir à l'orient; indique du vent quand sa couleur rouge est bien vive.

S'il paraît un iris autour de la lune, il annonce de la pluie causée par le vent du midi; s'il apparaît autour du soleil, dans un temps serein et clair, c'est un indice de pluie; si, au contraire, ce signe se montre en temps de pluie, il annonce le retour du beau temps.

Plusieurs autres signes font aussi pronostiquer le changement de temps; ces signes sont : lorsque les feuilles sont agitées sans que le vent souffle.

Quand on voit un iris autour d'un flambeau, d'une chandelle ou d'une lampe; quand le feu a de la peine à s'allumer; lorsque la flamme, au lieu d'aller en haut, se tourne de côté et que ses rayons se réfléchissent; quand la chair salée ou le sel deviennent humides, et quand les pierres sont mouillées, parce que cette humidité montre que l'air est chargé de vapeurs humides.

En été, on est menacé d'une tempête lorsqu'on voit dans le ciel des petits nuages noirs détachés, et plus bas que les autres, errer çà et là; ou lorsque, au lever du soleil, on voit plusieurs nuages s'assembler à l'occident; si ces nuages se dissipent, c'est une marque de beau temps. Si le soleil paraît double ou triple au travers des nuages, il pronostique une tempête de longue durée. Une grande tempête est aussi annoncée quand on voit autour de la lune deux ou trois cercles interrompus et tachetés.

Autres pronostics empruntés à certains aspects de la lune.

Les anciens croyaient que le lever et le coucher de certai-

nes constellations, que le lever et le coucher du soleil et de la lune, surtout, peuvent fournir, sur le temps qu'il fera, des notions certaines un mois à l'avance. Ces idées étaient très-répandues.

Aratus, il y a plus de 2000 ans, les consignait déjà dans ses phénomènes. Germanicus-César, en traduisant ce poème, suivit pas à pas son modèle. Les pronostics seuls lui parurent mériter les plus amples développements. Pline consacra un livre presque tout entier de son traité d'*Histoire Naturelle*, à la description de ces signes célestes, que Virgile, dans les *Géorgiques*, recommandait aussi à la sérieuse attention des agriculteurs; voyons jusqu'à quel point les principaux des anciens pronostics peuvent se concilier avec les acquisitions de la physique moderne. Voyons aussi, si, en les supposant fondés, ils viendraient à l'appui de la théorie que nous avons déjà discutée sur l'influence des phases.

Si le troisième jour de la lune, les cornes du croissant sont bien effilées, le ciel sera serein pendant le mois qui commence (Aratus). En réalité, lorsque la lune se dégage le soir des rayons du soleil, elle a toujours la forme d'un croissant terminé par deux cornes très-déliées; mais quand l'atmosphère est trouble, les cornes semblent s'élargir. Cet élargissement, toutefois, n'est qu'une illusion : il tient à ce que des vapeurs fortement éclairées et en contact apparent avec l'astre, paraissent en être une partie constituante. On doit ajouter qu'alors les extrémités les plus fines du croissant sont comme noyées dans la lumière parasite dont la lune est entourée, et disparaissent à l'œil. L'emploi d'une lunette rend tout cela évident.

La forme du croissant de la lune dépend donc, jusqu'à un certain point, quand on l'observe à l'œil nu, de l'état actuel de l'atmosphère. L'observation de cette forme est donc, à proprement parler, une simple observation météorologique : elle nous apprend que l'atmosphère est plus ou moins brumeuse. Ainsi, le pronostic d'Aratus pourrait s'énoncer de cette manière : « Quand, le troisième jour de la lune, l'at-
» mosphère est bien sereine vers l'occident après le coucher
» du soleil, elle reste sereine pendant tout un mois. »

Tout le monde, j'ose l'affirmer, repousserait le pronostic, s'il était ainsi rédigé. Cependant je n'ai changé que les termes; le sens est resté absolument le même.

Je pourrais, si c'était nécessaire, faire remarquer encore que, dans une même soirée et à de courts intervalles, le croissant de la lune est tantôt obtus et tantôt effilé. Je pourrais demander ce qu'il faut alors penser du temps à venir;

mais je me contente d'observer qu'en faisant dépendre l'état du ciel, pendant tout un mois, de l'aspect de la lune, le troisième jour on reconnaît tacitement que les quartiers, que les syzygies n'auront pas d'influence; que ces phases n'amèneront pas les changements de temps dont elles étaient, disait-on, cependant, inévitablement accompagnées. Les vers d'Aratus, ceux de Virgile et du vainqueur d'Arminius, l'autorité de Cicéron et de Pline, ne sauraient détruire la contradiction que je viens de signaler.

Si la corne supérieure du croissant de la lune paraît noirâtre le soir, au coucher de l'astre, on aura de la pluie au déclin; si c'est la cornée inférieure, il pleuvra avant la pleine lune; si c'est le centre du croissant, il pleuvra dans la pleine lune même. (Varron.)

1 Personne n'ignore aujourd'hui que la lune emprunte sa lumière au soleil, et qu'il n'existe point de matière entre les deux astres, qui puisse, dans les quartiers, affaiblir d'une manière sensible le faisceau éclairant. Ainsi, les changements qu'on pourra remarquer dans l'intensité des phases lunaires, dépendront nécessairement de l'atmosphère terrestre.

Quand la corne supérieure est noirâtre comparativement au reste du croissant, c'est qu'il existe dans la direction de cette corne plus de vapeurs que le long du trajet des autres lignes visuelles. Si ces vapeurs s'abaissent un tant soit peu, elles affaiblissent le centre de l'astre. Il suffira d'un autre léger mouvement dans le même sens, pour que l'obscurcissement porte sur la corne inférieure. Toute la différence entre les deux phénomènes extrêmes tiendra donc à la hauteur angulaire plus ou moins considérable d'un petit amas de vapeurs atmosphériques dont l'existence n'aurait peut-être pas été aperçue dans une autre région du ciel. Cependant, ce petit amas à peine visible, qui, dans une première position présageait la pluie pour une époque assez éloignée (pour le temps du déclin), s'il se rapproche de l'horizon seulement de quelques minutes, annoncera, dit-on, une pluie très-prochaine.

Si, envisagé de cette manière, le résultat du pronostic ne paraît pas encore assez dénué de vraisemblance, je proposerai de placer deux observateurs à quelques centaines de mètres de distance. Alors un même nuage se projetera, pour l'un, sur le bord supérieur du croissant; pour l'autre, sur le bord inférieur; dans cet état, la corne élevée paraîtra sombre au premier, tandis que le second ne remarquera l'obscurité que dans la corne basse; de plus, dans deux

quartiers différents de la même ville, le même nuage, observé au même instant, signalera ici une pluie très-prochaine, là une pluie éloignée. La savante autorité de Varron ne saurait empêcher de rejeter une règle qui conduit à d'aussi absurdes conséquences.

Si la lune, lorsqu'elle est âgée de quatre jours, ne projette pas d'ombre, attendez-vous à du mauvais temps. (Théon.)

Les ombres des corps terrestres, le quatrième jour de la lune, ne peuvent être tantôt visibles, qu'à cause de certaines variations dans les circonstances atmosphériques. Il est évident, en effet, que dans une situation donnée, l'intensité réelle de l'astre est toujours la même. Ici, la lune sert donc, en quelque sorte, d'instrument météorologique pour constater un état tout particulier dans lequel se trouve l'air qui nous enveloppe. Rien ne prouve que dans cet état, la lune ait le moins du monde contribué à l'amener par son action.

Mais pourquoi, pourra-t-on dire, Théon, à qui j'emprunte le pronostic, cite-t-il le quatrième jour de la lune plutôt que le troisième, plutôt que le cinquième? Ce choix doit avoir un motif : cette position particulière de l'astre correspond, sans doute, à un mode d'influence qu'une position différente ne produirait pas.

La réponse sera facile. Nous avons vu que l'absence des ombres était le résultat d'une certaine épaisseur, et peut-être aussi d'une certaine disposition des vapeurs atmosphériques ; eh bien ! le troisième jour de la lune, avec un croissant très-étroit et conséquemment très-faible, presque toujours plongé d'ailleurs dans la lumière crépusculaire, les ombres peuvent ne pas être visibles, sans que l'atmosphère ait acquis le degré de nébulosité qui sera nécessaire pour amener, le quatrième jour, leur disposition complète. Le cinquième jour, au contraire, la puissante lumière d'un plus large croissant traversera abondamment les vapeurs de la veille, en sorte que le mauvais temps que ces vapeurs présagent, ne sera pas signalé par l'absence des ombres terrestres.

Je ne pousserai pas cette discussion plus loin. Il n'est aucun des pronostics recommandés par Aratus, par Théophraste, par Germanicus, etc., qui ne puisse devenir le texte de remarques du même genre. Ces pronostics sont analogues à ceux que, dans certains pays, dans le voisinage des montagnes surtout, on tire de la visibilité de tel ou tel pic, pour prédire la pluie un jour ou deux à l'avance. Peut-être

même n'ont-ils pas plus de portée que le pétillement de l'huile dans les lampes communes; que les excroissances charbonneuses qui se forment autour de la mèche, et dont Virgile et Pline, etc., ont également tiré des préceptes à l'usage des agriculteurs.

Au reste, cet article n'aura pas été inutile, si j'ai prouvé que les pronostics des anciens n'ont aucune connexion avec la théorie des prétendues influences lunaires; si j'ai établi, surtout, que cette théorie est née de la méprise qu'on a faite en prenant sans cesse pour causes ce qui avait été seulement proposé comme signes.

EXPÉRIENCE. — *Rompre un bâton reposant sur deux verres sans les casser.*

Prenez un bâton bien uni, de moyenne grosseur, effilez ses deux extrémités et faites-les reposer par leur pointe sur deux verres; frappez ensuite un coup fort sur le milieu avec un autre bâton, mais plus gros, et vous le romprez aussitôt sans casser les verres.

EXPÉRIENCE. — *Pour faire tourner trois couteaux sur la pointe d'une aiguille.*

Procurez-vous trois couteaux bien égaux en longueur et en poids; placez-en un horizontalement, et attachez au bout du manche un second couteau par sa pointe, tandis que la pointe du couteau horizontal entrera dans l'extrémité du manche du troisième couteau; au moyen de cette disposition vous pourrez, en plaçant une aiguille au centre du couteau horizontal, établir un équilibre parfait et les faire tourner tous les trois.

EXPÉRIENCE. — *Faire entendre à un sourd le son d'un instrument à corde.*

Cet instrument doit avoir le col un peu long, comme une guitare ou un luth; lorsqu'on veut qu'un sourd en entende les sons, on doit lui faire serrer fortement avec les dents le col de cet instrument; dès qu'on en joue, le son pénètre dans sa bouche et de là dans l'organe de l'ouïe, au moyen d'un petit trou que nous avons au palais. On peut vérifier cette expérience sur soi-même, en se bouchant soigneusement les oreilles, prenant avec les dents le col d'une guitare et en en pinçant.

RÉCRÉATION 168. — *Les quatre éléments.*

Prenez un tube de verre, d'un diamètre égal à celui du

doigt, dont un bout fermé hermétiquement est soudé à 325 millimètres. Ce tube est marqué de cinq divisions égales. On y introduit du mercure jusqu'à la hauteur de la première marque, une solution de sous-carbonate de potasse jusqu'à la seconde, de l'eau-de-vie à laquelle on donne une teinte bleuâtre jusqu'à la troisième, et de l'essence de térébenthine colorée en rouge jusqu'à la hauteur de la quatrième. Ces dispositions prises, on ferme à la lampe cette extrémité du tube. En l'agitant, on mêle toutes ces liqueurs, et ce mélange représente le chaos; par leur repos, chacune d'elles se sépare et se place, d'après son poids spécifique, de manière que la supérieure qu est rouge, représente le feu; la seconde, qui a une teinte bleuâtre, l'air; la troisième, qui est incolore, l'eau; et la quatrième, la terre.

EXPÉRIENCE. — *Pour graver en relief sur la coquille d'un œuf.*

Choisissez un œuf à coquille épaisse, lavez-le bien, essuyez-le et faites-le sécher; écrivez ou dessinez dessus avec une plume neuve et de la graisse fondue au lieu d'encre, ce que vous désirez; cela fait, prenez l'œuf par les deux bouts et placez-le dans un verre rempli de vinaigre blanc ou d'acide sulfurique étendu d'eau; au bout de trois heures, retirez-le et lavez à l'eau fraîche. Dans cette expérience, l'acide attaquant le carbonate de chaux de la coquille de l'œuf et se trouvant sans action sur les parties couvertes de graisse, celles-ci doivent nécessairement paraître en relief.

EXPÉRIENCE. — *Deux fioles égales et remplies de liqueurs différentes, les faire passer de l'une dans l'autre fiole sans le secours d'aucun vase.*

Prenez deux fioles en verre blanc d'une grandeur égale et dont le col de l'une entre un peu dans celui de l'autre; remplissez-les, l'une d'eau et l'autre de vin, et placez la première, le plus adroitement possible, sur l'autre, en ayant soin que la supérieure, qui est remplie d'eau, soit celle dont le goulot soit le plus petit. Il résulte de cette disposition que l'eau, étant plus pesante que le vin, descend peu à peu dans la fiole inférieure, tandis que le vin de celle-ci s'élève dans la partie supérieure.

EXPÉRIENCE. — *Couleur bleue qui disparaît à volonté.*

Faites dissoudre de la limaille de cuivre dans de l'ammoniaque; bouchez le flacon, et la couleur disparaîtra. Vous la ferez reparaître en le débouchant.

EXPÉRIENCE. — *Crayon sympathique pour écrire sur le verre.*

Formez un crayon avec de la craie d'Espagne et du sulfate de cuivre; servez-vous-en pour écrire sur une glace ou une plaque de verre; effacez ensuite cette écriture avec un linge. Quand on voudra la faire reparaître, il suffira de haleter sur cette glace.

EXPÉRIENCE. — *Faire flotter une couche de fer sur l'eau.*

Pour faire cette experience, on prend des bouts de fil-de-fer très-fin de 1 centimètre de longueur, qu'on pose légèrement l'un après l'autre sur la surface d'un verre d'eau, à l'aide d'un cure-dent ou de tout autre instrument. Chacun de ces fils qui ne se mouille pas d'eau et qui est maintenu à la surface par l'action capillaire, prend bientôt une direction nord et sud, et à mesure qu'on en ajoute un nouveau, il vient se ranger, par suite de la même action, à côté du précédent, de manière qu'avec de la patience on finit par faire flotter une masse indéfinie de ces fils à la surface du liquide. Pour réussir dans cette expérience, il ne faut pas agiter l'eau, dans la crainte de briser momentanément la pellicule condensée à la surface libre. Il convient de polir le fil-de-fer en le frottant avec de l'émeri ou de la cendre, puis de l'enduire d'un corps gras solide pour empêcher qu'il ne soit mouillé.

De la pachométrie ou méthode pour mesurer l'épaisseur des glaces.

La solidité des grandes glaces et la résistance qu'elles doivent opposer aux légères flexions qui déforment les images assignent une limite inférieure à l'épaisseur de ce riche produit de l'industrie; de sorte que, toutes choses égales d'ailleurs, une grande glace a nécessairement d'autant plus de prix qu'elle est plus épaisse. Quand les glaces sont *nues*, rien n'est si simple que de mesurer leurs dimensions; mais lorsqu'elles sont *montées*, leur épaisseur ne peut plus être soumise aux instruments ordinaires et est difficilement estimée.

C'est dans l'espoir d'obvier à cet inconvénient, que M. Benoît a imaginé le *pachomètre*, à l'aide duquel on découvre sur-le-champ, et sans aucun calcul, l'épaisseur d'une glace, en un point quelconque de sa surface.

Description du pachomètre.

Le *pachomètre* ordinaire à *angle fixe* se compose, comme celui à *angle mobile* (fig. 92), d'un secteur en cuivre *s a b*, garni d'acier à son sommet *s*; d'une amplitude de 27 gr. 8289'' 44, et d'un rayon *s a*, égal à 14 ou 15 centimètres, plus ou moins. Ce secteur est fixé contre une des faces latérales d'une espèce de pyramide de bois *c d*, aplatie. Dans la base de cette pyramide est creusée une rainure *r* destinée à recevoir le dos à ressort d'une languette de cuivre, dont la large face *l t m n*, affleure un des côtés *s a* du secteur, et dont le bout est garni d'une traverse *t m* d'acier, ayant une saillie latérale vers *m* égale à l'épaisseur de la plaque de cuivre dont le secteur est formé. Cette traverse termine la languette par une arête vive, perpendiculaire à sa longueur. La languette, dans toutes les positions qu'il est possible de lui donner, ne cesse pas de rencontrer d'équerre les faces du secteur; et celui de ses bords *m n*, qui en est touché, est divisé en petites portions égales entre elles et aux trois quarts d'un millimètre. Cette division existe sur une longueur de 3 centimètres, à partir de l'arête extrême de la traverse *t m*, où est l'origine de la graduation qui s'étend jusqu'à 20; parce que les petites divisions mentionnées sont réunies deux à deux, pour former des unités égales en longueur à 1,5 millimètre, mais qui ne doivent être comptées que pour 1 millimètre dans les mesures fournies par l'instrument.

Si, par des raisons particulières, on ne faisait diviser la languette qu'en millimètres et fractions, comme est celle du *pachomètre à angle mobile* qu'il a fait construire pour son usage, l'épaisseur de la glace, en millimètres, ne vaudrait que les deux tiers du nombre de millimètres fournis par l'instrument, dans le cas où le côté supérieur du secteur ferait un angle de 27 gr. 8289''44 avec la face divisée de la languette. Le rapport entre l'épaisseur de la glace et la saillie de la languette, pour tout autre angle d'ouverture donnée au pachomètre, se calculerait par la formule dans laquelle *i* est le complément de l'angle d'ouverture de l'instrument. Le pachomètre à angle mobile, représenté par la figure, diffère, comme on voit, du pachomètre à angle fixe, en ce que le secteur est sillonné par deux ouvertures *p q*, *q q*, en arc de cercle, ayant pour centre commun le sommet *s* du secteur. Deux vis de pression *v*, *v'*, passant au travers de ces ouvertures, servent à fixer ce secteur contre la face latérale du corps pyramidal de l'instrument, qui est muni en outre

d'un *talon* de cuivre *a a*, sur lequel on peut répéter les diverses proportions qu'il est ainsi possible de donner au secteur, relativement à la languette, laquelle n'est d'ailleurs divisée qu'en demi-millimètres, ainsi qu'il a été dit. Il est bon aussi de donner au secteur de cuivre une amplitude moindre que celle qui convient au pachomètre ordinaire.

Manière de se servir du pachomètre.

Quand on veut se servir des deux sortes de pachomètres, on applique la glace face *l t m n* de la languette contre la glace à examiner, de sorte que la surface de celle-ci est rencontrée d'équerre par le secteur *a b s*, et, comme alors le bord *a s* de ce secteur s'appuie sur la glace, tout rayon visuel conduit le long de son bord *b s* entrera dans le verre sous une incidence (100 gr. — angle *b s a*), ou de (100 gr. — 27 gr. 8289"44), c'est-à-dire de 72 gr. 1718"56, pour le pachomètre à angle fixe. D'où il suit qu'après avoir été réfléchi par la face étamée, ce rayon sortira en un point de la glace distant de celui par lequel il y était entré, d'une quantité égale à une fois et demie l'épaisseur du verre.

Si donc, la languette ayant été primitivement ouverte, comme l'indique la figure, on fait glisser le secteur le long de la languette, pour ramener la saillie *s m* de cette dernière à une valeur telle que l'image de l'arête extrême *m t* de la traverse d'acier soit vue dans la direction du rayon visuel mentionné *b s*, le nombre porté par la division qui se trouvera à côté du sommet *s* du secteur, sera en millimètres, la valeur de l'épaisseur de la glace examinée.

Remarque diverses.

Pour rendre le pachomètre propre à mesurer surabondamment la largeur et la hauteur des glaces, il faut continuer la division du bord *m n* de la languette, voisin du secteur, en centimètres, et faire suivre cette division et graduation sur la base de la pyramide de bois, à côté de la rainure *r* jusqu'à 25 centimètres. Le bord opposé *t l* de la languette et celui de la rainure *r*, qui y correspond, peuvent être divisés en pouces au nombre de 10; de sorte qu'on lit la valeur des longueurs mesurées en mètres ou en pouces.

Lorsque le pachomètre est à angle mobile, on peut le régler par expérience pour une qualité de glace quelconque donnée. Supposé, par exemple, que l'on se propose d'avoir des saillies de languettes égales à l'épaisseur de glaces de même nature, on prendra l'une de ces glaces pour la mettre à nu, et on fera saillir la languette du pachomètre d'une

quantité égale à l'épaisseur de cette glace, sur la face antérieure de laquelle on appliquera ensuite l'instrument, comme si on se proposait d'en mesurer l'épaisseur. Cela étant, au lieu de faire glisser le secteur le long de la languette, on fera varier l'angle que forme avec la glace celui de ses côtés qui sert d'alidade, jusqu'à ce que l'image de l'arête extrême de la traverse d'acier de la languette soit vue dans la direction de ce côté; et alors l'instrument sera réglé. On serrera les vis dont on avait diminué la pression, et on fera une coche sur la face de la pyramide contre laquelle s'appuie le secteur, ou sur le talon de cuivre dont elle est munie pour cet objet. Les données de la rectification actuelle seront ainsi conservées, et on pourra remettre les parties de l'instrument dans les positions qu'elles viennent de prendre, si on les avait dérangées pour chercher leurs positions relatives à des glaces d'autre nature.

Le pachomètre pourrait, comme on voit, être employé au mesurage du pouvoir réfringent des glaces, etc.

Pour reconnaître la blancheur des glaces.

Le procédé est extrêmement simple ; il suffit d'approcher de la glace un morceau de papier très-blanc ou bien une toile blanche; la teinte que prendront ces objets dans la glace sera celle qu'elle aura elle-même.

RÉCRÉATION 169. — *Tonneau qui donne par le même robinet trois liqueurs différentes.*

Ce tonneau est divisé en trois parties A, B, C (fig. 93), dans chacune desquelles on verse une liqueur différente, telle que du vin blanc, du vin rouge et de l'eau-de-vie ou de l'eau, au moyen d'un entonnoir D ajusté au bondon, et muni de trois tuyaux E, F, G, qui se rendent chacun dans un des trois compartiments. Dans cet entonnoir, il en existe, un second en H, ayant trois ouvertures qui correspondent, quand on veut, à celles des trois tuyaux, mais avec cette différence que, lorsqu'un tuyau est ouvert de cette manière, les deux autres se trouvent fermés. L'on sent qu'il est facile, par ce moyen, de remplir les trois compartiments de la barrique de liqueurs différentes, mais il ne suffit pas de les y avoir introduites, il faut encore les soutirer l'une après l'autre, et sans nul mélange, afin d'offrir au spectateur un amusement nouveau. Pour y parvenir, on doit avoir placé dans le bas du tonneau trois autres tuyaux K, L, M, qui aboutissent chacun à une des divisions; de cette manière, en tournant la broche I jusqu'à ce que l'une des ouvertures réponde à celle

d'un des tuyaux, on est sûr de donner issue aussitôt à la liqueur, et successivement aux autres, en continuant cette manœuvre.

RÉCRÉATION 170. — *Le petit Bacchus.*

Construisez un petit tonneau de bois de 190 à 217 millimètres de longueur sur 108 millimètres de diamètre, sur lequel vous placerez un petit Bacchus. Ce tonneau doit être soutenu par le châssis C D (fig. 90) ; son fond s'ouvre au point où les cercles C et D se touchent : ils contribuent à masquer cette ouverture E, fontaine de cuivre placée vers le bas de ce tonneau, et dont la partie qui y entre a deux ouvertures différentes, percées l'une au-dessus de l'autre, à 5 millim. de distance (*voyez* fig. 91). A ces ouvertures sont soudés deux entonnoirs H, I et L, robinet percé de deux trous M et N, qui répondent exactement aux deux ouvertures F et G de cette fontaine. On a disposé ces trous de telle façon que, si celui en M correspond à l'ouverture F, et donne issue à la liqueur renfermée dans l'entonnoir H, tandis que celui en N ne répond pas alors à l'ouverture G, par une même raison, lorsqu'il correspond à cette ouverture, l'autre en M ne répond plus à l'ouverture F. Par une telle disposition, on donne issue alternativement et à volonté aux liqueurs que les deux entonnoirs renferment, à cause de la construction du robinet.

Avant de faire cette expérience, on ouvre la petite barrique au côté A, où se trouve placée la fontaine ; on remplit les deux entonnoirs, l'un de vin rouge et l'autre de vin blanc, de l'eau-de-vie, du rhum ou de toute autre liqueur, en ayant soin de tenir le robinet bien fermé. Il est alors bien certain qu'en tournant le robinet à droite ou à gauche, on doit en retirer du vin rouge ou blanc, etc., suivant que les entonnoirs correspondent aux ouvertures de droite ou de gauche de ce robinet, et satisfaire ainsi, par un quart de tour de robinet, à la demande du spectateur.

Effets de l'acide chlorique concentré sur l'alcool.

Sérullas a reconnu que, si l'on verse de l'acide chlorique concentré sur de l'alcool à 40, dans un verre à pied, il y a soudain ébullition, dégagement de chlore et formation d'acide acétique. Si la quantité d'alcool est petite, relativement à celle de l'acide, tout l'alcool est transformé en acide acétique extrêmement fort. Quand il y a très-peu d'alcool et beaucoup d'acide, l'action est très-violente et il y a inflammation ; enfin, si l'on fait le mélange d'acide chlorique et d'alcool moins concentré, afin d'avoir le temps d'observer,

et que l'expérience se fasse dans un tube un peu long, il y a de temps en temps, de petites détonnations qui dépendent sans doute de l'action du chlore sur la vapeur alcoolique; le tube est incolore de coloré en jaune qu'il était auparavant. Je ne pense pas qu'elles soient dues à l'oxyde de chlore. L'acide chlorique et l'acide bromique donnent lieu aux mêmes phénomènes, soit avec l'alcool, soit avec l'éther.

Inflammation du papier par l'acide chlorique.

Sérullas a constaté, et nous avons été témoins de ses expériences, que, si, l'on prend du papier brouillard sec, plié en plusieurs doubles, qu'on le plonge dans l'acide chlorique et qu'on le retire, il s'enflamme vivement en exhalant une odeur forte tout-à-fait analogue à celle de l'acide nitrique.

Trouver, en tous lieux et dans tous les temps, les quatre points cardinaux du monde.

Les quatre points cardinaux du monde sont, comme on le sait: 1° l'orient ou le levant; 2° l'occident ou le couchant; 3° le midi ou le sud; 4° le septentrion ou le nord. Ils sont aisément déterminés par la boussole dont l'aiguille aimantée tourne constamment ses deux extrémités, l'une vers le midi et l'autre vers le nord. L'orient est alors à droite de l'observateur et l'occident à gauche. On y parvient aussi de la manière suivante :

Ayant mis de l'eau dans un vase, comme une cuvette, etc., on y place doucement une aiguille très-sèche de tailleur, elle ne s'enfonce pas; mais, après avoir fait plusieurs tours, elle s'arrête et demeure dans le plan du méridien, de sorte qu'une de ses extrémités sera tournée vers le midi et l'autre vers le nord. Lorsqu'on ne voit ni le soleil ni les étoiles, on ne peut point aisément reconnaître laquelle des deux extrémités regarde le midi ou le nord.

Expériences curieuses sur un mouvement de rotation.

Ces expériences sont dues à deux anciens élèves de l'école polytechnique. Pour cela on prend un petit appareil ainsi composé : on ouvre une noisette ou on la perce pour en extraire l'amande. On introduit à la place une goutte de mercure et on bouche le trou avec de la cire; enfin, on la couvre d'une couche de cette même substance, puis on adapte à l'extrémité un fil de coton. Muni de cet appareil, tenez-le d'une main et suspendez-le au-dessus d'une pièce d'argent à 13 millimètres de hauteur. Alors la boule commence à s'agiter et à prendre une direction circulaire de

droite à gauche au-dessus d'une pièce d'argent, et de gauche à droite au-dessus d'une pièce d'or ou d'une montre de ce métal. Si l'on dispose circulairement autour d'une pièce centrale d'autres pièces d'argent, l'on obtient un mouvement circulaire dont le déploiement n'aura pas moins de 975 millimètres à 1 mètre 299 millimètres. Une main substituée à l'autre obtient quelquefois une direction contraire; il est certains individus dont l'action magnétique, moins puissante, n'imprime que des mouvements moins caractérisés; il en est d'autres entre les mains desquels la boule reste immobile. Elle oscille au-dessus d'une lame de métal; elle tourne au-dessus de la tête d'un chat, d'un homme, auxquels elle donne des envies de dormir, etc.

Si l'on suspend la boule à un corps inerte, au-dessus d'une pièce d'argent ou de tout autre métal, elle reste en repos.

Boule trompeuse pour jouer aux quilles.

On prend une grosse boule dans laquelle on pratique un trou qui n'aille point jusqu'au centre; on y coule du plomb et l'on bouche de manière à ce que l'on ne puisse point reconnaître ce trou. Quand on lance cette boule droit vers les quilles, en roulant, elle ne manque pas de se détourner, à moins qu'on ne la jette par hasard ou par adresse, de telle sorte que le plomb soit en-dessus ou en-dessous.

Balance trompeuse.

Les deux bassins de cette balance A B (fig. 146, pl. 5) sont de pesanteurs inégales, en sorte que les longueurs des bras C D, C E sont aussi inégales et réciproquement proportionnelles à ces pesanteurs, c'est-à-dire que le bassin A soit au bassin B, comme la longueur C E est à la longueur C D. Ces deux bassins demeureront en équilibre autour du point fixe C. La même chose arrive aussi lorsque les deux bras C D, C E, sont égaux en longueur et inégaux en grosseur, en sorte que le bras C D soit plus gros que le bras C E, à proportion que la pesanteur du bassin B est plus grande que celle du bassin A. Cela étant fait, si l'on met dans les deux bassins A B des poids inégaux, qui soient en même raison que les pesanteurs de ces deux bassins, en sorte que le poids le plus pesant soit mis dans le bassin le plus pesant, et le poids le moins fort dans l'autre ; ces deux poids, avec la pesanteur de leurs bassins, demeureront en équilibre autour du cercle de mouvement C. Supposons que le bras C D soit de 81 millimètres, et le bras C E de 54 millimètres; et, réciproquement, que le bassin B pèse 92 grammes et le bassin A 61 grammes, alors

la balance n'étant chargée que de la pesanteur de ces deux bassins, demeurera en équilibre, étant suspendue par le point C. Si l'on met dans le bassin A un poids de 1 kilogramme, et dans le bassin B un poids de 1 kilogramme 1/2, ou bien dans le bassin A un poids de 2 kilogrammes et dans le bassin B un poids de 1 kilogramme 1/2, etc., la balance, ainsi chargée, paraîtra encore juste, parce que ces poids, avec les pesanteurs de leurs bassins, seront réciproquement proportionnels aux longueurs des bras de la balance. Mais on découvrira la fausseté de cette balance, en changeant les poids de bassin, qui alors ne seront plus en équilibre.

Disposer trois bâtons sur une table de manière qu'une extrémité de chacun reste en l'air.

Pour cela (fig. 147, pl. 4), on incline sur une table l'un des trois bâtons comme AB, en sorte que, s'appuyant sur la table par son extrémité A, l'autre en B soit élevée en l'air. Mettez en travers au-dessus de ce bâton l'un des deux autres bâtons, comme EF, élevé pareillement en l'air par son extrémité F, et portant sur la table par l'autre; enfin, disposez comme en triangle le troisième bâton CD, en sorte que, s'appuyant sur la table par l'une de ses extrémités C, il passe au-dessous du premier AB et pose sur le second EF; alors ces trois bâtons, se croisant de la sorte, se soutiendront mutuellement et ne pourront tomber, en les chargeant de quelque poids, à moins qu'ils ne plient ou ne se rompent.

Danger de courir en descendant une montagne.

C'est par suite de l'accélération qu'acquièrent les corps en descendant le long des plans inclinés, qu'il est dangereux de courir, lorsqu'on descend une montagne un peu rapide. L'explication en est simple. La vitesse qu'on acquiert ainsi devient si forte, qu'il est presque toujours impossible de se retenir. L'on sent qu'on peut ou tomber dans un précipice, ou tomber rudement et se rouler et se fracturer un bras, une jambe, même s'ouvrir le crâne et la mort en être la suite.

La seconde vue.

Les principales conditions pour réussir à produire de l'effet dans le tour intéressant de magie-blanche à laquelle on a donné le nom de seconde vue sont la *mémoire* et une *attention soutenue*.

Les deux personnes qui travaillent ensemble ne doivent être jamais distraites; l'une est placée sur le théâtre, les yeux couverts; l'autre parmi l'auditoire. Tout le sortilège consiste dans la manière de poser les questions au sujet, ou dans les demandes faites à l'auditoire; ainsi, il est essentiel que pas une parole ne soit dite au hasard par le professeur, et que l'élève ne perde pas un instant de vue tout ce qu'il entend.

Tout le monde connaît la méthode employée par le commerce pour remplacer les chiffres par les lettres. Cette méthode est pratiquée dans les exercices de seconde vue pour indiquer au sujet les chiffres qu'il doit nommer; chaque phrase doit commencer par la lettre correspondant au chiffre qui doit être énoncé.

Il y a des phrases qui à elles seules représentent un nombre convenu; ainsi, si le professeur veut faire comprendre à l'élève qu'il doit répondre 12, il dit à la personne qui a indiqué ce nombre :

Demandez-le vous-même. Cette même phrase, placée dans d'autres conditions, peut représenter un autre nombre, ou un objet; tel qu'une fleur, un nom, un objet quelconque.

Si le professeur veut indiquer à l'élève qu'il n'y a qu'un chiffre dans le nombre qui lui est demandé, il ajoutera : *s'il vous plaît,* et la phrase qui suivra devra commencer par la lettre correspondant au chiffre qui devra être nommé.

Dans le cas où le spectateur voudrait faire lui-même ses questions, l'élève devra faire attention à ce que dit le professeur, car alors c'est en s'adressant au spectateur que le maître indique à l'élève la réponse que celui-ci doit faire.

Pour indiquer à l'élève que le nombre se compose de trois chiffres, le professeur devra prononcer le mot *bien.* Cet encouragement, qui paraît au spectateur sans portée aucune, avertit l'élève qu'il doit additionner les trois premières lettres des trois premières phrases qui suivront. Le même moyen est employé pour quatre, cinq et même plus de chiffres, formant les nombres demandés; la phrase qui représente le nombre de chiffres est convenue à l'avance.

Dans ces expériences, le seul mérite, qui en est un cependant, est la convention qui doit exister entre le maître et l'élève, et la parfaite attention que l'un et l'autre doivent y apporter. La découverte n'a pas été sans un certain mérite de la part de l'inventeur; le mécanisme une fois dévoilé, l'adresse et l'attention sont les seules conditions pour réussir.

Ce qui étonne le plus le public, est de voir deviner les mots latins, grecs, arabes, chinois, bien que ces langues soient

ignorées complètement du maître et de l'élève, et que ce soient des mots français qui indiquent les phrases de ces diverses langues.

Si la phrase peut se reproduire en trois ou quatre lettres, celles que le professeur adresse à l'élève devront commencer par la lettre qui précèdera celle qui doit indiquer l'objet; ainsi, si c'est un *a*, une petite toux imperceptible avertira l'élève que l'*a* doit être nommé; mais si la toux n'existe pas, cet *a* devra faire un *b*, et ainsi de suite.

Regardez, est employé pour remplacer la lettre *K*; *prenez garde* pour l'*H*, etc., la convention fait tout. Dans ce cas, *Citez sans balancer*; *dépêchez-vous vite*, sont des mots qui réprésentent des phrases entières

Pour tout ce qui est du corps humain, le verbe *indiquer* dit à l'élève que c'est de cela qu'il doit s'occuper. La phrase suivante lui donne la lettre du mot; car, comme il est urgent que les réponses soient faites vite, il est bon de dire à l'élève sur quel objet il doit fixer son attention. *Toucher* indique que l'objet demandé aura rapport à l'habillement, etc.

Afin d'éviter la confusion que les homonymes et les synonymes pourraient amener, le mot *indiquer* apprend à l'élève qu'il doit nommer le corps de la personne qui se sera montrée, tandis que si c'était l'instrument, le professeur dirait à l'élève : *voyons, dites*.

Pour tous les objets qui peuvent être sur le spectateur, comme une bourse, une bague, etc., le professeur, dans sa question, indique le mot *objet*.

Pour les langues étrangères, si l'élève les ignore complètement, le professeur devra, dans sa phrase, reproduire toutes les lettres du mot, en ayant soin de n'employer jamais que celles qui précèdent celles que l'élève devra assembler pour former le mot.

Pour opérer, le professeur devra, en s'adressant à l'élève ou au spectateur, composer ses phrases de lettres qui précèdent celles destinées à faire le mot ou le nom que doit répéter l'élève; mais pour lui donner le temps d'assembler les diverses lettres, il devra s'arrêter d'une manière imperceptible dans sa phrase, puis la continuer, car l'arrêt avertit l'élève qui n'a plus rien à écouter de cette phrase et qu'il doit assembler les lettres, ce qui se trouve fait lorsque celle du professeur est achevée.

Les millésimes pour les pièces de monnaies sont plus difficiles; le nombre des chiffres amènerait une phrase trop longue pour une question aussi simple.

Il est donc convenu que le nombre 18 devant toujours

précéder les deux derniers chiffres, on n'aura à indiquer que ces derniers. Si cependant un spectateur se trouvait avoir une pièce plus ancienne, le professeur aurait le soin d'en instruire l'élève en adressant quelques mots au spectateur.

Il est des mots de convention pour toutes les espèces de pièces, leur valeur et leur métal ; ces mots s'appliquent aussi aux bijoux : le *mot allons* veut dire *or ; dites diamants*, etc.

Quant aux objets portatifs, les mots de convention les révèlent à l'élève :

Précisez l'objet	veut dire :	*bague.*
Bien, maintenant	—	*alliance.*
Bien, monsieur	—	*almanach.*

Chaque objet qui se trouve assez communément sur les spectateurs a son nom qui lui soit particulier ; pour les autres, on revient aux phrases dont les lettres assemblées représentent le nom, l'habitude fait le reste.

Pour les noms des pays, une phrase l'indique à l'élève ; chaque partie du globe a sa phrase qui lui est particulière.

Si l'on parle du Danemarck, le professeur devra dire : *Eh bien ! oh ! dites.*

Europe, *faites vite ;* Amérique, *nommez donc*, et ainsi de suite. Pour le nom des régiments, la méthode est la même : le professeur doit, avant d'adresser sa question, faire comprendre à l'élève que, venant de lui parler d'une fleur, c'est maintenant d'un régiment qu'il doit s'occuper. Ce signal se fait au moyen des interjections *oh ! ah ! eh !* qui passent inaperçues du public.

Pour le nom des notes, la première lettre de la question indique celle qui précède le nom de la note.

Pour le ton, c'est la même méthode.

Pour les mois, la question en indique le nom :

Janvier,	dites, s'il vous plaît.
Février,	demandez vous-même.
Mars,	monsieur, demandez.
Avril,	pour qu'il vous réponde, etc.
Mai,	dites.
Juin,	à présent, dites.
Juillet,	faites-lui dire.
Août,	demandez-lui.
Septembre,	faites-le-lui nommer.
Octobre,	le mois? monsieur.
Novembre,	demandez-lui, je vous prie.
Décembre,	vous-même, monsieur.

Pour les jours, la méthode est la même. Si une dame pré-

sente une alliance, où le mois, la date et le millésime soient indiqués, les questions devront être faites ainsi que je l'ai dit précédemment, mais il faudra les faire lentement, afin que l'élève ait le temps d'assembler les lettres répondant aux trois questions.

Il y a une autre expérience que certains praticiens donnent à la fin de leurs séances, elle consiste à donner un verre d'eau à l'élève, en disant au public que cette eau sentira tous les vins que les spectateurs indiqueront. Tous les arômes connus ont une phrase de convention ; si le spectateur en indique un étranger à aucune liqueur, le professeur la fera connaître au moyen des lettres composant les phrases.

Ainsi que l'on peut le voir, il faut une étude longue et suivie pour faire cette expérience ; la mémoire est indispensable, mais elle ne fait pas tout, il faut que le maître et l'élève se soient bien entendus et n'aient pas un instant de distraction. Cette expérience, faite avec ensemble, déroute complètement toutes les suppositions possibles.

(1) Nous renvoyons les personnes curieuses de connaître les diverses applications de la science qu'on a faites à l'art de la prestidigitation, à l'excellent ouvrage intitulé : *La Sorcellerie ancienne et moderne expliquée*, ou *Cours de Prestidigitation*, par M. Ponsin, 1 vol. in-18, avec supplément, prix 4 f.75, qui fait partie de l'*Encyclopédie-Roret*, et dans lequel on trouvera bon nombre de tours fort curieux basés sur des principes physiques.

FIN.

2.02

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

DES CORPS IMPONDÉRABLES.

SECTION PREMIÈRE. — DU CALORIQUE.

		Pages.
Exp.	Démontrer son impondérabilité.	8
Exp.	Constater son équilibre.	8
Exp.	Prouver son attraction et sa répulsion.	8
	Chaleur rayonnante.	8
Exp.	Pourquoi les vases d'argent conservent les mets plus longtemps chauds que ceux de terre brunâtre.	9
Exp.	Pour démontrer le rayonnement du calorique.	9
Exp.	Pour enflammer le soufre, la poudre à canon, etc., en plaçant le feu à 2 mètres 60 cent. de distance.	9
	Réflexion du calorique.	10
	Pouvoir réfléchissant de quelques substances.	10
Exp.	Mesurer les degrés du calorique libre.	10
Exp.	Mesurer, par une seule opération, la température de deux milieux.	11
Exp.	Nouveau thermomètre métallique de Juergensen.	11
Exp.	Pour mesurer les hautes températures.	12
	Termo-multiplicateur de Nobili et Melloni, pour apprécier les plus petites sources de chaleur.	12
Exp.	Pour constater l'uniformité de la dilatation des gaz et de l'air.	14
Exp.	Démontrer la dilatabilité des solides.	14
Exp.	Pour expliquer le retard des horloges en été et pourquoi elles avancent en hiver.	15
Exp.	Pour frapper des médailles, etc., par la dilatation.	15
Exp.	Pour produire de belles sculptures par la dilatation du bois.	15
Exp.	Démontrer la dilatation du verre.	16
	Chaleur latente.	16
	Id, de la vapeur d'eau.	16
	Id. de quelques autres substances.	17
Exp.	Pour démontrer le calorique latent des corps.	17
Exp.	Pour démontrer que, lorsqu'un liquide commence à bouillir, sa température ne s'élève plus.	18
	Degré de calorique auquel les liquides entrent en ébullition et se réduisent en vapeur.	18
	Degré de température auquel certains liquides se congèlent.	18

Exp. Plonger la main dans le plomb fondu sans se brûler. 19
Exp. Rendre leur fraicheur aux fleurs fanées. 20
Exp. Démontrer le calorique spécifique des corps. 20
Exp. Calorique spécifique des corps de même nature et sous le même état. 20
Exp. *Idem*, et sous des états différents. 20
Exp. Calorique spécifique des corps de nature différente. 20
Exp. Pouvoir absorbant des corps pour le calorique. 21
Exp. Pourquoi un habit noir tient plus chaud au soleil. 21
Exp. Conductibilité du calorique. 21
Exp. Pourquoi la laine tient-elle chaud et la toile frais? 22
Exp. Faire bouillir de l'eau, de l'esprit-de-vin et de l'éther, sans le secours du feu. 22
Exp. Enflammer un liquide froid, au moyen d'un liquide froid. 22
Exp. Enflammer un métal en le jetant dans l'eau froide. 22
Exp. Inflammation de la poudre par le choc du laiton. 23
Exp. Pour déterminer le calorique spécifique des corps. 23
Exp. Pour déterminer la température de la terre à diverses profondeurs. 24
Exp. de M. Phillips à ce sujet. 25
Exp. Moyens pour obtenir le calorique. 25
Exp. Pour faire chauffer au rouge une barre de fer sans feu. 26
Exp. Pour fondre deux alliages métalliques par le frottement. 26
Exp. Faire brûler le bois sans le concours du feu. 26
Exp. Choc du briquet. 26
Concentration des rayons solaires au moyen des miroirs. 27
Miroirs ardents de Villette. 27
Miroir ardent de Tschirnhausen. 29
Miroirs ardents de Brewster, d'une force extraordinaire. 29
Verres ardents. 29
Lentille de Tschirnhausen. 29
Lentille de Parker. 30
Exp. Fondre de la glace sans le secours du calorique. 31
Chaleur que produisent les rayons solaires en traversant le verre. 32
Exp. Eolypile et jet de feu. 33
Exp. Fondre une pièce de monnaie dans une coquille de noix sans la brûler. 33
Exp. Fondre du plomb dans du papier sans le brûler. 33
Influence de la température sur la ténacité du fil-de-fer. 33
Exp. Exposer du fil de lin à la flamme sans le brûler. 34
Exp. Séparer en deux une pièce de monnaie. 34
Exp. Placer un charbon, faire brûler du papier ou mettre sur la flamme d'une bougie un mouchoir sans le brûler. 34
Exp. Allumer le feu au moyen de l'eau. 35
Autre procédé. 35
Exp. Nouveau pyrophore. 35
Exp. Volcan artificiel. 35
Exp. Pour avaler la flamme d'une bougie sans se brûler. 36
Exp. Pour se rendre incombustible. 36
Moyen de garantir les pompiers du feu. 37
Température de l'homme et des oiseaux. 38
— Des différentes races d'hommes. 38

— Des mammifères. 38
— Des oiseaux. 38
— Des amphibies. 39
— Des poissons, mollusques et crustacés. 39
— Des insectes. 39
Chaleur produite par le corps humain en 24 heures. 40
Exp. Pour retarder la fonte de la neige ou de la glace. 40
Récréation première. Tableau magique. 41
De la flamme. 41
Exp. Pour démontrer que l'air, sans être lumineux, peut communiquer l'incandescence. 41
Exp. Curieuse avec les gazes métalliques. 42
Lampe de sûreté de Davy. 43
Lanterne portative de Carette. 45
Récréation 2. Fontaine infernale. 47
Tableau des plus hautes températures de l'air, observées en divers climats. 48
Température de l'atmosphère à diverses hauteurs. 48
Tableau du décroissement des températures suivant les hauteurs. 49
Eclairs de chaleur. 50

SECTION II. — DE LA LUMIÈRE.

Exp. Lampe naturelle par incandescence. 52
Exp. Lampe sans flamme. 53
Récréation 3. Lampe sympathique. 53
Exp. Lampes sans mèches. 53
Exp. Lampe hydrostatique de Thilorier. 54
Exp. Lampe à gaz qui s'alimente d'elle-même. 56
Lampe acétifère de Dœbereiner. 56
Exp. Flambeaux qui ne s'éteignent ni au vent ni à la pluie. 56
Méthode d'avoir une lumière instantanée. 57
Exp. Pour avoir deux iris dans une chambre. 57
Récréation 4. Flambeau des furies. 58
Exp. Pour produire la lumière au moyen du sucre. 58
Exp. Produire de la lumière sous l'eau. 58
Exp. Pour tuer les poissons dans l'eau avec un fusil. 58
Moyen propre à obtenir une vive lumière. 58
Eclairage électrique. 59
Production d'une brillante lumière par un mélange de chlore et de gaz oléfiant. 59
Moyen de mesurer comparativement le degré de lumière que donnent des lampes ou des chandelles. 59
Curieux calculs sur la lueur d'une chandelle. 60
Production de lumière pendant la cristallisation. 61
Exp. Lumière produite par la décharge d'un fusil à vent. 61
Télescope gigantesque. 62
Vitesse avec laquelle la lumière se propage. 62
Circonstances qui nous font juger que les astres sont plus grands à leur lever que lorsqu'ils sont au-dessus de l'horizon. 63
Décomposition de la lumière. 63

De la vision. 64
Myopie. 64
Presbytie. 65
Double soleil. 65
Parasélènes. 66
Récréation 5. Liqueur qui devient lumineuse quand on la débouche. 66
Récréation 6. Caractères lumineux sans phosphore. 66
Exp. Pour faire produire de la lumière au verre. 66
Récréation 7. Miroirs magiques. 67
Récréation 8. Les trois miroirs magiques. 67
Récréation 9. Les quatre miroirs magiques. 68
Récréation 10. Miroirs enchantés. 69
Récréation 11. Miroirs de profil. 69
Récréation 12. Miroirs trompeurs. 70
Récréation 13. Faire avancer un objet dans un miroir concave, tel qu'une tête, etc. 70
Miroir que l'air fait avec les objets mis sous l'eau. 71
Récréation 14. Le coup de poignard. 71
Récréetion 15. Boite magique de Robertson. 71
Récréation 16. Offrir l'image d'une personne dans le miroir concave. 72
Récréation 17. Portraits magiques. 72
Récréation 18. Lanterne magique. 73
Récréation 19. Fantasmagorie. 74
Récréation 20. Objets opaques fantasmagoriques. 76
Procédés fantasmagoriques. 77
Fantascope. 79
Mégascope animé, ou fantasmagorie vivante de Robertson. 79
Petit répertoire fantasmagorique. 80
Le rêve ou le cauchemar. 80
La mort de lord Littelon. 80
Préparatifs du Sabbat. 81
Macbeth. 81
Young enterrant sa fille. 81
Pétrarque et Laure à la fontaine de Vaucluse. 81
Procession et sacrifice des Druides, cueillant le gui du chêne. 81
L'ombre de Samuel apparaissant à Saül. 81
Offrande à l'Amour. 82
Apothéose d'Héloïse. 82
Récréation 21. Danse des sorciers. 82
Récréation 22. Fastasmagorie diurne et sans optiques. — Galerie souterraine. 83
Récréation 23. La nonne sanglante. 83
Nostradamus et Marie de Médicis. 83
Récréation 24. Ombres chinoises. 84
Exp. Lanterne propre à conserver la lumière sous l'eau. 84
Exp. Chandelier dont on n'est pas obligé de moucher la chandelle. 85
Exp. Lampe qu'on peut porter dans sa poche, etc., sans qu'elle s'éteigne. 85
Récréation 25. Galerie perpétuelle. 86

Exp. Démontrer pourquoi une avenue d'arbres, une galerie longue, etc., paraissent se rétrécir à leur extrémité. 87
Exp. Micromètre de Rochon. 87
Récréation 26. Palais magique. 87
Récréation 27. Optique ordinaire. 88
Récréation 28. Optique théâtrale. 89
Récréation 29. Cosmorama. 90
Récréation 30. Optique à miroir concave. 90
Récréation 31. Optique transparente. 91
Exp. Faire paraître double une pièce d'argent. 91
Récréation 32. Chambre obscure. 92
Conditions pour obtenir de bons effets. 92
Effets utiles et amusants de la chambre obscure. 93
Récréation 33. Pronopiographe. 94
Récréation 34. Chambre claire. 94
Télescope aquatique de l'invention de Leslie. 99
Télescopes aplanatiques. 100
Microscopes et récréations microscopiques. 100
— de diamant. 106
— solaire. 106
— au gaz. 107
— simples formés par les lentilles des yeux de poissons, etc. 109
Récréation 35. Kaléidoscope. 110
Description d'un kaléidophone ou kaléidoscope phonitique, 110
Récréation 36. Aphanéidoscope. 111
Eugraphe de M. Cayeux. 111
Illusion d'optique de M. Lehot. 111
Récréation 37. Convertir le camée en gravure et la gravure en camée. 112
Voûte uranique de Cadet. 113
Explication des figures. 114
Schiamètre. 114
Soleil bleu pâle, dépourvu de rayons. 114
Télégraphes de jour et de nuit. 115
Cadran vertical tracé sur une vitre, etc. 117
Moyen de reconnaître l'heure par la main gauche. 117
Insectes lumineux dans l'Amérique du sud. 118
Neige lumineuse. 119

Section III. — De l'Electricité.

Conductibilité de divers métaux pour l'électricité. 123
Courants électriques. 123
Action de l'électricité sur le corps humain. 125
Production de sons musicaux par le galvanisme. 126
Anguille électrique. 126
Femme électrique. 128
Exp. Développer l'électricité avec du papier. 129
Exp. Effets curieux d'électricité des feuilles d'or et de papier. 129
Exp. Effet de la congélation et du dégel de l'eau dans la bouteille de Leyde. 129

Récréation 38. Danse électrique. 129
Soleil électrique dans le vide. 130
Augmentation de poids que l'électricité fait acquérir aux liquides. 130
Mollusque électrique de l'île de Ceylan. 131
Récréation 39. Carillon électrique. 131
Récréation 40. Carreau fulminant. 132
Batterie électrique. 132
Récréation 41. Foudroyer un oiseau. 133
Mouvements singuliers de quelques sels métalliques. 133
Cercles contenant toutes les couleurs du prisme, formés par l'explosion électrique sur la surface des métaux. 137
Combustions électriques. 137
— de l'alcool. 137
— métalliques 137
Ignitions métalliques. 138
Ignitions des fils métalliques dans les liqueurs inflammables. 138
Charbon lumineux. 138
Décomposition des corps par la pile. 139
Exp. Préparation du potassium par l'électricité. 139
Exp. Décomposition de l'eau par la pile. 139
Récréation 42. Tirer des étincelles de toutes les parties du corps d'une personne. 139
Longueur de l'étincelle que produit l'éclair. 140
Récréation 43. Produire une commotion sur plusieurs individus réunis. 141
Récréation 44. Faire éprouver une commotion à une personne en prenant une pièce de monnaie. 142
Récréation 45. Faire dresser les cheveux à une personne et les rendre lumineux. 142
Récréation 46. Le baiser d'amour et le baiser conjugal. 142
Récréation 47. Faire éprouver une commotion en débouchant une bouteille. 142
Récréation 48. *Idem*, en ouvrant une porte. 143
Exp. *Idem*. en tirant un cordon de sonnette. 143
Récréation 49. Aigrette luminense 143
Récréation 50. Œufs lumineux. 144
Récréation 51. Jet d'eau lumineux. 144
Récréation 52. Pluie lumineuse. 144
Récréation 53. Bouquet lumineux. 145
Récréation 54. Araignée électrique. 145
Récréation 55. Papillon électrique. 146
Récréation 56. Roue électrique. 146
Récréation 57. Arbrisseau électrique. 147
Récréation 58. Girouettes électriques. 148
Récréation 59. Serpenteaux électriques. 148
Récréation 60. Tableaux étincelants. 149
Récréation 61. Lettres étincelantes. 150
Récréation 62. Fontaine de compression électrique. 151
Récréation 63. Portrait électrique. 151
Jeu de bague électrique. 152
Récréation. 64. La maison incendiée. 153

Récréation 65. Le petit chasseur. 154
Récréation 66. Les conjurés. 154
Exp. Electriser un verre au moyen de l'eau. 155
Exp. Fondre l'or par l'électricité. 155
Allumer une chandelle avec l'étincelle électrique. 155
Enflammer la poudre à canon par l'électricité. 155
Donner au verre un aspect métallique. 156
Verre électrisé au moyen d'un soufflet. 156
Récréation 67. Aurore boréale. 156
Tuer un animal par l'électricité. 157
Homme rasé par le tonnerre. 157
Effet remarquable de la foudre. 157
Paratonnerres. 158
— Leurs effets. 159
Des moyens que les hommes ont cru propres à se mettre personnellement à l'abri de la foudre. 159
Paragrêles. 166
Effets de la foudre. 166
Tubes fulminaires. 167
Electricité des draps. 167
Végétaux qui communiquent plus ou moins la commotion électrique. 168
Effets de l'électricité dans la végétation. 168
Sur le télégraphe électrique. 169

SECTION IV. DU FLUIDE MAGNÉTIQUE ET DES AIMANTS.

De l'aimant et des récréations physiques. 172
Magnétisme terrestre. 173
Aimantation par l'électricité ordinaire. 173
Aimants artificiels et moyen de les obtenir à l'aide du galvanisme. 174
Balance magnétique de M. Becquerel. 174
Exp. Pour aimanter l'acier ou augmenter sa force magnétique. 177
Exp. Pour aimanter sans aimant. 178
Exp. Sur la force et la construction des aimants artificiels. 178
Exp. Pour aimanter naturellement le fer. 179
Exp. Pour aimanter les petits barreaux et les aiguilles. 179
Exp. Aimanter un barreau qui ait des deux côtés le même pôle. 179
Exp. Aimanter une pincette en la frappant sur le plancher. 180
Exp. Aimanter le fer et l'acier par la percussion. 181
Exp. Décolorer la teinture de tournesol et de chou au moyen de l'aimant. 180
Exp. Nouvelle manière d'aimanter. 180
Nouveau procédé d'aimantation. 181
Récréation 68. Promener une aiguille en divers sens sur le papier, une assiette, etc. 182
Récréation 69. Enlever une aiguille sans la toucher. 182
Récréation 70. Laisser tomber une aiguille sur une surface polie verticale, sans qu'elle tombe à terre. 183
Propriété magnétique de petits instruments d'acier. 183
Exp. Faire prendre un ordre symétrique à de la limaille de fer sans la toucher. 183

Exp. Barreau aimanté servant à indiquer la direction des pôles. 184
Exp. Séparer de la limaille de fer d'avec d'autres limailles. 184
Exp. Reconnaître si un minerai contient du fer, du cobalt ou du nickel. 184
Exp. Faire avancer ou reculer sur l'eau un canard automate en lui offrant du pain. 184
Récréation 71. Faire marcher un objet sur l'eau sans le toucher. 185
Récréation 72. Bagnette magnétique. 185
Récréation 73. Lunette magnétique. 185
Récréation 74. Boite aux nombres. 186
Récréation 75. Boite aux chiffres à double boite. 187
Récréation 76. Boite aux fleurs. 189
Récréation 77. L'écu dans une tabatière. 189
Récréation 78. La découverte inconcevable. 190
Récréation 79. Le puits enchanté. 191
Récréation 80. Les petits clous. 192
Récréation 81. Figure qui monte et descend à volonté dans l'eau. 193
Récréation 82. Petites figures qui se poursuivent et s'évitent. 193
Récréation 83. Danse magnétique. 194
Récréation 84. Palingénésie. 195
Table magnétique pour diverses récréations. 196
Exp. Electro-magnétiques très-curieuses. 197
Nécessaire électro-magnétique de Nobili. 197
Description et usage des différentes pièces. 198
Cylindre flotteur. 198
Anneau flotteur. 198
Appareil de rotation de Faraday. 199
Tablette sur laquelle sont placés trois systèmes différents de fils recouverts de soie. 200
Cylindre aimanté, avec deux coupes annulaires. 201
Petit tube aimanté, garni de coupes. 201
Couronne magnétique. 202
Spirale cylindrique, avec deux coupes. 202
Petit cylindre aimanté, avec un petit anneau. 202
Flotteurs magnétiques. 203
Vase dont le fond est traversé par un petit aimant. 204
Moulinet de M. Barlow. 204
Equerre de laiton pour le conducteur mobile. 205
Soucoupes avec fils verticaux et horizontaux. 206
Tablettes à huit systèmes de spirales. 207
Vase pour les flotteurs magnétiques. 208
Modèle pour la doctrine du rayonnement magnétique. 208
Observations générales sur des expériences. 208

DEUXIÈME PARTIE.

DES CORPS PONDÉRABLES.

SECTION V. — DES GAZ.

Gaz azote. 210
Exp. Pour obtenir le gaz azote. 210

Exp. Pour faire mourir subitement un animal. 211
Gaz acide carbonique et sa préparation. 211
Exp. Faire mourir un animal dans ce gaz. 211
Exp. Transvaser l'acide carbonique comme un liquide. 212
Exp. Pour reconnaitre ce gaz. 212
Exp. Pour faire mousser l'eau comme du champagne. 212
Exp. Pour faire mousser le vin. 212
Chlore. 213
Exp. Pour obtenir le chlore. 213
Exp. Faire brûler quelques métaux dans le gaz sans le secours du feu. 214
Exp. Faire détonner un mélange de deux gaz en les exposant aux rayons solaires. 214
Exp. *Idem*, au moyen du feu. 214
Exp. Pour graver sur l'acier avec une plume. 214
Gaz hydrogène et sa préparation. 215
Exp. Transvaser ce gaz. 215
Exp. Lampe philosophique. 215
Exp. Inflammation d'un mélange d'hydrogène, d'oxygène et d'air, à la température ordinaire. 216
Exp. Lampe à gaz hydrogène. 216
Exp. Eclairage en petit par le gaz hydrogène bi-carboné. 218
Idem, par ce gaz non carboné 218
Récréation 85. Feux d'artifice par le gaz hydrogène carboné. 219
Récréation 86. Autre procédé. 219
Flammes terrestres. 219
Feu des terrains et des fontaines ardentes, par Volta. 220
Phares à gaz hydrogène comprimé. 221
Récréation 87. Bouteille détonnante. 222
Récréation 88. Faire détonner des bulles de savon. 222
Récréation 89. Lampe de papier à gaz. 223
Gaz oxygène et moyen de l'obtenir. 223
Récréation 90. Pour rendre ce gaz lumineux. 224
Récréation 91. Combustion et fusion de l'acier au moyen d'un morceau d'amadou. 224
Exp. Chalumeau à gaz oxygène comprimé. 224
Exp. Chalumeau à gaz oxygène et hydrogène. 225
Récréation 92. Rappeler à la vie un animal asphyxié. 226
Récréation 93. Rallumer une bougie et enflammer un charbon presque éteint. 226
Exp. Combustion du bore, du phosphore ou du soufre dans le gaz oxygène. 226
Exp. Effets du pyrophore d'Homberg dans ce gaz. 226
Exp. Belle combustion de ce pyrophore dans le deutoxyde d'azote. 226
Exp. Détonnation produite par un mélange d'hydrogène et de deutoxyde d'azote. 227
Récréation 94. Eteindre une baguette de bois enflammée en la plongeant dans un gaz, et la rallumer dans le même gaz. 227
Exp. Combustion par le protoxyde d'azote. 227
Récréation 95. Gerbe de feu au moyen de ce gaz. 227

Récréation 96. Combustion spontanée par le mélange de deux gaz. 227
Exp. Combustion d'une bougie dans le chlore. 228
Récréation 97. Combustion du charbon sans le secours du feu. 228
Combustion de plusieurs métaux dans le chlore. 228
Récréation 98. Explosion par le mélange du chlore et du gaz hydrogène phosphoré. 228
Récréation 99. Combustion spontanée du chlore et du gaz hydrogène bi-carboné. 229
Exp. Combustion de l'antimoine dans le protoxyde de chlore. 229
Exp. — du cuivre dans ce gaz. 229
Exp. — du charbon. 229
Exp. — Explosion du phosphore dans ce gaz. 229
Exp. — *Idem*, du phosphore dans le péroxyde d'azote. 229
Exp. Pour enflammer le gaz ammoniac. 229
Exp. Chlorure d'azote composé de deux gaz. 230
Récréation 100. Inflammation sous l'eau. 230

SECTION VI. — DU PHOSPHORE.

Exp. Son contact avec l'iode. 231
Exp. Inflammation de l'un des phosphores d'hydrogène. 233
Exp. Rendre l'acétate de chaux phosphorique. 233
Exp. Rendre le mercure phosphorique. 233
Exp. Fleur phosphorescente. 234
Récréation 101. Ecriture lumineuse. 334
Exp. Allumer le phosphore par la compression. 234
Exp. Rendre les mains et la figure lumineuses. 234
Exp. Briquets phosphoriques. 234
Exp. Phosphore de Bologne. 235
Exp. — de Baudoin. 235
Exp. — de Homberg. 235
Exp. — de Canton. 236
Exp. — de Wilson. 236
Exp. — de Geoffroy. 236
Exp. — amorphe. 237
Exp. Rendre des corps phosphorescents par l'électricité. 237
Récréation 102. Rendre les figures hideuses. 238
Phosphorescence du corps de l'homme après la mort. 238
Examen microscopique. 239
Expériences avec les gaz. 239
Expériences dans le vide. 240
Effets de l'eau. 240
Photophore. 241
Exp. Rendre le bois lumineux. 241
Exp. Phosphorescence animale. 242
Exp. Pour détruire la clarté du bois lumineux. 242
Exp. Lumière produite par la pholade. 243
Exp. Lait et miel lumineux. 243
Exp. Aspect lumineux de la mer. 243
Plantes phosphorescentes. 244
Phosphorescence des pommes de terre. 244
Exp. Météores phosphoriques. 244

Exp. Gaz qui s'enflamme par son mélange avec l'air. 245
Récréation 103. Faire sortir des globules enflammés de l'eau. 246
Récréation 104. Faire éteindre une chandelle par une figure et la rallumer par une autre 246
Récréation 105. Rallumer une chandelle avec la pointe d'une épée. 246
Récréation 106. Eau lumineuse. 246
Récréation 107. Eteindre une bougie et en allumer en même temps une autre d'un coup de pistolet. 247
Récréation 108. Imiter le disque de la lune. 247
Récréation 109. Produire une flamme verte à l'ouverture d'un flacon et la faire disparaître. 247
Récréation 110. Dégager de l'eau des bulles qui s'enflamment aussitôt. 247
Récréation 111. Effets curieux de l'alcool phosphoré. 248
Récréation 112. Rendre l'eau lumineuse par l'éther phosphoré. 248

SECTION VII. — DES MÉTAUX.

Exp. Effets curieux d'un amalgame de potassium et de mercure. 250
Exp. Amalgame pour les coussins électriques, pour vernir les figures de plâtre et argenter les globes de verre. 250
Exp. Végétations métalliques propres à former un tableau. 251
Exp. Végétation mercurielle. 251
Exp. Végétation de l'or et de l'argent. 251
Exp. Caméléon minéral 252
Exp. Métal qui projette du feu en le limant. 253
Combustion curieuse du zinc. 253
Exp. Volcan microchimique. 253
Récréation 113. Faire nager les aiguilles sur l'eau. 254
Exp. Rupture des barres de fer en hiver, sans les toucher. 254
Tableau des degrés de température auxquels fondent les différents métaux. 255
Exp. Combustion des métaux dans l'oxygène. 255
Exp. Combustion brillante du platine par la vapeur du camphre. 255
Exp. Combustion du potassium et du sodium par la compression. 256
Exp. Sur les effets de quelques combinaisons ou alliages métalliques. 256
Exp. Effets curieux du potassium sur le nitrate de baryte. 256
Exp. Action du potassium sur divers oxydes métalliques. 256
Exp. Faire sauter un pain en cuisant dans un four. 257
Exp. Faire acquérir à un globule d'or, de la grosseur d'une épingle, une longueur d'environ 15 kilom. 59. 257
Exp. Couleur bleue qui disparait par défaut d'air, et qui reparait en débouchant le flacon. 258
Moyens de donner aux métaux les couleurs du prisme. 258

SECTION VIII. — DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE. 259

Pesanteur de l'atmosphère. 259
Etendue limitée de l'atmosphère. 260

Pression que l'air exerce sur nous. 260
Correction à faire au poids des corps. 261
Ce qu'on entend par atmosphère dans les arts. 261
Poids spécifique de l'air. 261
Exp. Manière de peser l'air. 261
Exp. Faire tomber une balle de liège aussi vite qu'une balle de plomb. 262
Exp. Globe d'Otto-Guerick. 262
Récréation 114. Remplir un verre d'eau et retourner l'orifice en dessous sans que l'eau tombe. 263
Exp. Sondes pour les liquides, ou tâte-liqueurs. 263
Exp. Pression latérale de l'air. 263
Récréation 115. Pistolet pneumatique. 263
Exp. Ascension de l'eau au moyen du vide. — Pipette. — Siphons. 264
Exp. Siphon sans succion. 265
Exp. Siphon intermittent, ou vase de Tantale. 265
Exp. Siphon par pression de l'air. 266
Exp. Nouvelle trompe ou siphon à l'usage du commerce. 266
Siphon plongeur de M. Lebrun. 267
Récréation 116. Entonnoir magique, ou moyen propre à changer l'eau en vin. 268
Récréation 117. Fontaine intermittente. 268
Exp. Du baromètre 269
Exp. Manière de mesurer la hauteur des montagnes par le baromètre. 269
Exp. Nouveau baromètre différentiel de N. Auguste. 271
Baromètre de M. Darlu. 271
Description d'un baromètre de montagne, par M. Ch. Robinson. 272
Exp. Partager une colonne de mercure par la pression latérale de l'air. 272
Exp. Faire mourir un oiseau ou éteindre une bougie sans les toucher. 273
Compression et élasticité de l'air. — Crève-vessie. 273
Nouveau chalumeau, par M. Danger. 273
Exp. Briquet pneumatique. 274
Récréation 118. Fusil à vent. 274
Récréation 119. Ludion ou les Ondins. 275
Récréation 120. Fontaine de compression. 275
Fontaine par attraction. 276
Fontaine par raréfaction. 276
Récréation 121. Fontaine de Héron. 277
Exp. Liquéfaction de l'air 278
Exp. Décomposition de l'air. 278
Exp. Eudiomètre à gaz hydrogène. 279
Eudiomètre de Volta. 280
Dilatation de l'air. 281
Exp. Grande expansion de l'air par cessation de pression. 281
Exp. Gonfler une vessie sans la toucher. 281
Exp. Aérostats par la dilatation de l'air. 282
Aérostats à gaz hydrogène. 282
Aérostat-Baleine. 283

Exp. Hydromètre à siphon servant à reconnaitre la température du maximum de densité et de l'eau. 283
Hydro-densimètre, ou siphon de Meikler. 283
Exp. Aéroscope, ou nouveau baromètre. 284
Exp. Scaphandre de M. Daniel, pour se soutenir sur l'eau. 285
Exp. Lits d'air comprimé, au lieu de plumes. 285
Exp. Voiture par la pression de l'air. 285
Exp. Voiture trainée par des cerfs-volants. 287
Exp. Pour donner à l'air une couleur rouge. 288
Récréation 122. Bouquet magique. 288
Récréation 123. Canne à vent. 288
Récréation 124. Têtes parlantes. 289
Récréation 125. Marteau d'eau. 289
Exp. Cloche du plongeur. 290
Cloche du plongeur, perfectionnée par Steele. 290
Nouvelle cloche du plongeur, de M. Guillaumet. 291
Exp. Anneaux colorés de Newton. 291
Exp. Pour démontrer l'acide carbonique dans l'air. 292
Exp. Pour rendre successivement bleue et rouge une liqueur verte, au moyen de l'air de la respiration, et lui redonner ces mêmes couleurs. 292
Exp. Rendre laiteuse une liqueur claire et incolore, au moyen de l'air provenant de la respiration. 292
Exp. Imiter le tonnerre par l'ébranlement de l'air. 293
Exp. Imiter la pluie et la grêle par l'ébranlement de l'air. 293
Imitation du vent et de l'ouragan. 294
Exp. Décomposition de l'air par les fleurs. 294
Exp. Porte-voix. 294
Exp. Cornet acoustique. — Pendule atmosphérique de Le Roy. 295
Proportion d'air atmosphérique et de gaz de l'huile nécessaires pour la détonnation de ce dernier, par M. Dumas. 296
Des vents. 297
Du son. 298
Tableau de la vitesse du son. 300
Exp. Estimer les distances par la vitesse du son. 301
Exp. Pour déterminer la profondeur des puits par cette même vitesse. 301
Effets du son sur quelques animaux. 301
Phénomène observé sur les monts Nilghuerris ou montagnes bleues. 302
Des échos. 302
— de Wotdstoch. — De Verdun. 303
— de Romeath, en Ecosse. 303
— du château de Simonetta. 304
Note sur les échos. 304
Théorie des échos. 304

Section IX. — De l'eau.

Exp. Faire jaillir de l'eau une vive lumière. 305
Exp. Compression de l'eau par des forces considérables, ainsi que de quelques autres liquides. 306
Hygrométrie. 307

Tableau des degrés de l'humidité de l'air. 308
Exp. Démontrer l'existence de l'eau dans l'air. 308
Exp. Hygromètre à cheveu, pour reconnaître le degré d'humidité de l'air. 309
Exp. Capucins hygromètres. 309
Exp. Humidité des murailles après le dégel. 310
Exp. Humidité des forêts dans les pays chauds. 310
Exp. Décomposition de l'eau. 310
Exp. Décomposition de l'eau par l'électricité. 311
Exp. Pour composer de l'eau. 311
Exp. Pour faire de la glace. 314
Autre. 314
Procédé pour se procurer de la glace en tous lieux et en toutes saisons sans le secours des glacières, par MM. Dumeille et Bontigny. 315
Exp. Pour faire vaporiser la glace sans le secours du feu ni de l'air. 317
Exp. Pour faire de la glace en grand et dans toutes les saisons. 317
Exp. Pour produire des degrés de froid extraordinaires. 317
Tableaux des mélanges frigorifiques de M. Walker. 319
Exp. Sel réfrigérant. 322
Exp. Congélation de l'eau par l'éther. 322
Singulière production de froid par la trituration de deux solides. 322
Elasticité de la glace. 323
Exp. Faire crever un canon de fusil très-épais, ou une sphère de cuivre, au moyen de l'eau. 323
Récréation 126. Construction d'un palais et de canons de glace. 323
Exp. Démontrer que la glace contient de l'air. 324
Récréation 127. Chandelle de glace qui brûle. 324
Exp. Empêcher l'eau de se congeler au degré ordinaire. 324
Exp. Prendre une pièce d'argent dans un vase rempli d'eau sans se mouiller. 325
Exp. Faire rouler des gouttes d'une liqueur sur une autre. 325
Récréation 128. Faire brûler une bougie ou vivre un oiseau dans l'eau. 325
Récréation 129. Produire des bulles de feu dans l'eau. 326
Exp. Action de l'huile, de l'esprit-de-vin et du camphre sur l'eau. 326
Exp. Explosion produite par l'eau et l'huile ou la graisse bouillantes. 327
Exp. *Idem*, par la vapeur d'eau et l'antimoine. 327
Récréation 130. Explosion des bombes à la chandelle. 327
Récréation 131. Horloge à eau. 327
Récréation 132. Faire sortir le vin d'une bouteille et la remplir d'eau sans la toucher. 328
Exp. Métaux faisant explosion avec l'eau oxygénée. 328
Exp. Faire bouillir de l'eau à la surface de la glace. 329
De la vapeur d'eau. 329
Des machines à vapeur. 331
Moyen d'empêcher l'incrustation des chaudières à vapeur. 333
Manomètre. 333

Thermo-manomètre pour mesurer la force élastique de la vapeur. 334
Tableau des forces élastiques de la vapeur. 335
Poids spécifique des fluides élastiques. 339
— de quelques liquides. 340
— des solides. 340
Exp. — des corps. 341
Pourquoi les corps sont-ils plus légers dans l'eau. 343
Exp. Aréomètre. 343
— de Fahreinheit. 344
— de Beaumé. 344
— de Nicholson. 345
Exp. Méthode simple pour graduer les aréomètres de verre. 345
Exp. Hydromètre. 346
Poids spécifique du gaz. 346
Météores aqueux. 346
Des brouillards. 347
Recherches expérimentales sur la formation des brouillards. 347
Des nuages. 347
De la pluie. 348
Udomètres ou pluviomètres. 348
Quantités de pluie recueillies à l'Observatoire de Paris, depuis 1817 jusqu'en 1830. 348
Idem, sur différents points de la terre. 349
Pluie d'argent. 350
Du serein. 350
De la rosée. 351
Phénomènes relatifs à la rosée. 351
Quelques arcs-en-ciel remarquables. 353
Des trombes. 354
Gelée blanche. 354

Section X. — Des Réactifs.

Récréation 133. Faire passer une liqueur bleue au rouge, et la ramener au bleu. 355
Récréation 134. Faire passer au vert une liqueur rouge ou bleue, ou bien reconnaître un alcali libre dans une liqueur. 355
Récréation 135. Colorer des violettes en vert, rouge ou blanc. 355
Récréation 136. Rose changeante. 355
Récréation 137. Produire une belle couleur bleue, en mêlant deux liqueurs incolores. 355
Exp. Décolorer une liqueur bleue au moyen d'une liqueur incolore. 356
Exp. Colorer partiellement en rouge une couleur bleue. 356
Exp. Produire un précipité jaune en mêlant deux liqueurs incolores. 356
Exp. Faire prendre à une liqueur très-claire et incolore un aspect laiteux. 357
Exp. Produire un précipité blanc en mêlant deux liqueurs incolores. 357

Récréation 138. Produire quatre précipités de différentes couleurs, par une liqueur incolore, dans quatre autres liqueurs non coloriées. 357
Récréation 139. Changements curieux des couleurs. 358
Récréation 140. Détruire et rétablir la couleur rose d'un ruban. 358
Exp. Décolorer une liqueur noire par une liqueur incolore. 358
Exp Démontrer l'acide carbonique dans l'air. 358
Exp. Colorer en bleu une liqueur, de manière à y démontrer 1/450000 d'iode. 358
Exp. Donner à deux liqueurs presque incolores une belle couleur bleue en les mêlant, ou moyen propre à reconnaître le fer. 359
Récréation 141. Donner à une liqueur légèrement bleuâtre une belle couleur bleue au moyen d'une liqueur incolore et la faire disparaître avec la même liqueur. 359
Exp. Moyens propres à produire des précipités de diverses couleurs en mêlant des liqueurs incolores, ou bien réactif propre à faire reconnaître les diverses solutions métalliques. 360
Récréation 142. Quatre liqueurs incolores qui, par la même liqueur, deviennent jaune, jaune orange, rouge et pourpre. 360
Exp. Pour reconnaître, à leurs précipités, vingt-quatre métaux. 361
Exp. Pour obtenir une couleur noire par le mélange de deux liqueurs incolores. 361
Exp. Reconnaître 0,0000125 d'acide hydrochlorique dans l'eau. 362
Exp. Avec deux liquides clairs, produire une liqueur laiteuse. 362

ENCRES DE SYMPATHIE.

Récréation 143. Faire paraître une écriture bleue, rouge ou verte. 362
Récréation 144. Faire paraître une écriture invisible. 363
Récréation 145. Faire paraître en jaune une écriture invisible. 363
Récréation 146. Faire paraître en noir une écriture invisible. 363
Encre sympathique noire. 363
Récréation 147. Pour faire paraître en bleu une écriture invisible. 364
Récréation 148. Faire paraître en jaune une écriture invisible. 364
Récréation 149. Faire paraître en vert une écriture invisible. 364
Récréation 150. Faire paraître en bleu une écriture invisible. 364
Récréation 151. Faire paraître en brun une écriture invisible. 364
Récréation 152. Faire paraître en vert une écriture invisible. 365
Récréation 153. Faire paraître en jaune une écriture invisible. 365
Récréation 154. Faire paraître une écriture invisible en plaçant dans un livre le papier sur lequel elle est tracée. 365
Récréation 155. Communiquer à une écriture ou à un dessin presque incolore une belle couleur pourpre. 365
Récréation 156. Faire paraître en noir une écriture invisible par deux liqueurs incolores. 366
Récréation 157. Faire paraître en jaune orangé, et par une liqueur incolore, une écriture invisible. 366

Récréation 158. Ecriture qui ne peut être visible qu'en trempant le papier dans l'eau. 366
Récréation 159. Ecriture rendue visible par le suc de citron. 366
Récréation 160. Ecritures invisibles qui paraissent par leur exposition à la chaleur. 366
Récréation 161. Encre sympathique d'or. 367
Récréation 162. Répondre à une question par écrit sur un papier qu'une autre personne aura emporté avec elle. 367
Récréation 163. Encre sympathique invisible qui devient pourpre par la chaleur et disparait en séchant. 367
Récréation 164. Ecriture qui devient rose exposée à la chaleur et invisible par le froid. 368
Récréation 165. Changer un tableau qui représente l'hiver en un autre qui représente le printemps. 368
Récréation 166. Pour faire paraître en bleu ou en noir l'écriture effacée par le chlore. 368
Exp. Rendre visible une écriture au moyen d'une poudre colorée. 369
Exp. Préparer un papier propre à écrire d'une manière invisible. 369
Exp. Pour tracer des dessins au moyen de ce papier. 369
Récréation 167. Oracle magique. 370
Exp. Faire disparaître la couleur de l'encre et la rétablir aussitôt. 370
Couleur bleue qui paraît et disparaît à volonté par la chaleur ou le refroidissement. 370

Section XI. — Des Sels.

Hydrométrographe. 371
Exp. Préparation charbonneuse à explosion. 372
Exp. Poudre charbonneuse à déflagration. 372
Exp. Détonnation violente au moyen du phosphore et du nitre. 373
Exp. Explosion par la percussion du phosphore et du nitrate de potasse. 373
Exp. Explosion par la percussion du soufre et du nitrate d'argent. 373
Exp. Explosion par la percussion du nitrate d'argent et du charbon. 373
Exp. Explosion du nitrate d'argent et du phosphore par la percussion. 374
Exp. Explosion du nitrate de cuivre et du phosphore par la percussion. 374
Exp. Explosion du nitrate de mercure et du phosphore par la percussion. 374
Exp. Explosion du nitrate d'argent et du soufre par la trituration. 374
Exp. Explosions produites par divers mélanges avec le chlorate de potasse. 374
Chlorate de potasse et charbon. 374
—— et phosphore. 375
—— et soufre. 375

Chlorate de potasse et acide sulfurique. 375
—— et arsenic. 375
Exp. Avec le chlorure d'azote. 375
Effet curieux du chlorure d'azote sur l'huile. 375
Chlorure d'azote et phosphore ; expérience curieuse et dangereuse. 376
Exp. Sur les effets de l'iodate de potasse avec quelques combustibles. 376
Iodate de potasse et charbon. 376
—— et soufre fondu. 376
Exp. Préparation et effets de l'iodure d'azote. 376
Exp. Préparation et explosion du platine fulminant. 376
Explosion et effets très-curieux de cette explosion. 377
Exp. Pour faire supporter une bague à un fil brûlé. 377
Exp. Percer une planche au moyen d'un bout de chandelle. 377
Exp. Faire un trou rond à une vitre, d'un coup de pistolet, sans la casser. 377
Exp. Faire tirer sur soi un coup de fusil sans en être blessé. 378
Exp. Faire passer une liqueur incolore successivement au bleu, lilas, pêche et rouge, sans la toucher. 378

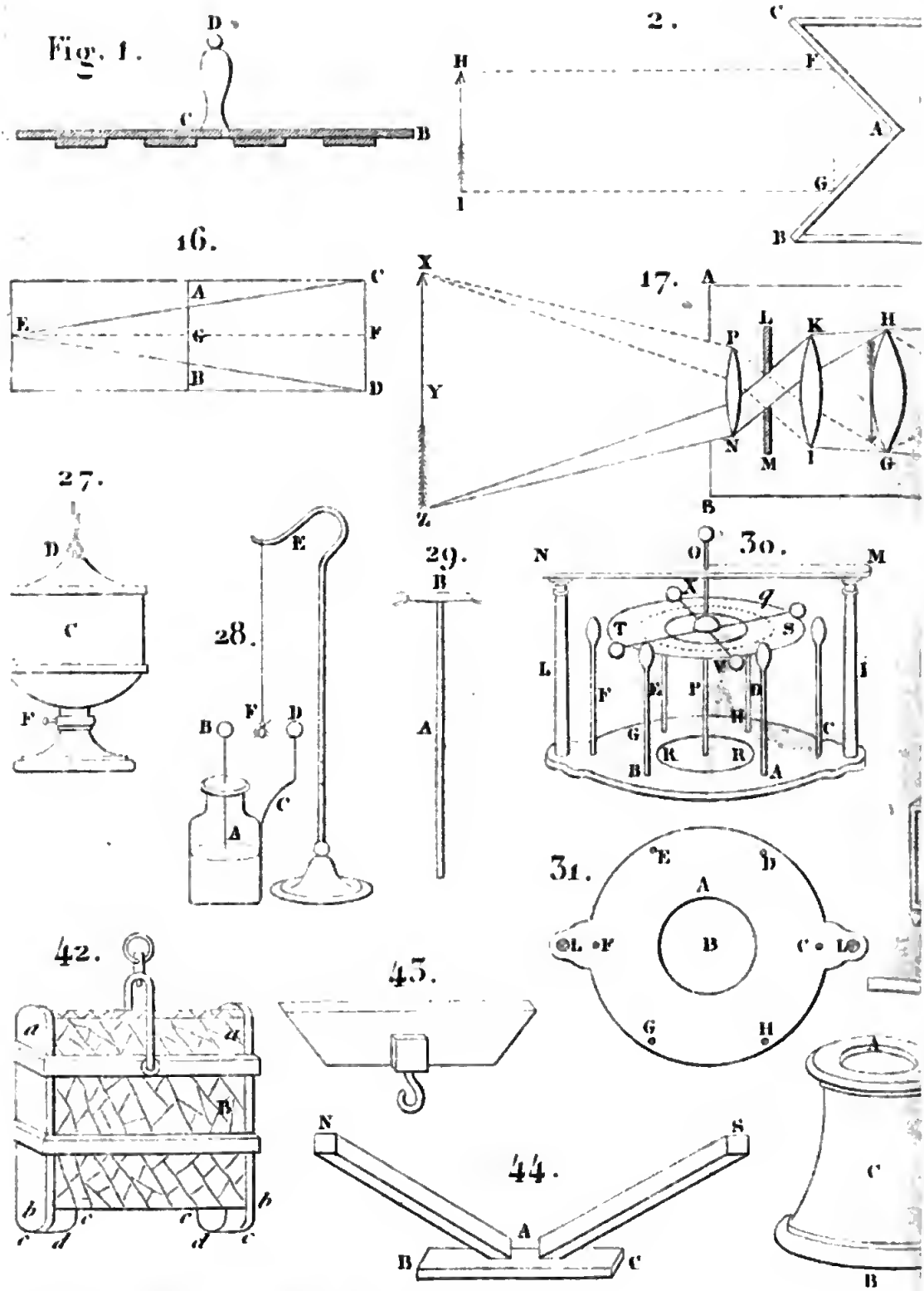
SECTION XII. — VARIÉTÉS.

Exp. Pour graver sur le verre. 378
Exp. Rendre hideux le visage d'une réunion de personnes. 379
Exp. Percer la tête d'un poulet avec une aiguille sans lui donner la mort. 379
Description du thaumatrope. 379
Exp. Larmes bataviques. 380
Exp. Phénomène que présente la rupture d'une larme batavique. 380
Observations sur les larmes bataviques, par M. Cagniard-Latour. 381
Exp. Gobelet dont le fond se réduit en poussière comme les larmes bataviques. 382
Pronostic pour reconnaitre les changements de temps. 382
Autres pronostics empruntés à certains aspects de la lune. 384
Exp. Rompre un bâton reposant sur deux verres, sans les casser. 388
Exp. Faire tourner trois couteaux sur la pointe d'une aiguille. 388
Exp. Faire entendre à un sourd le son d'un instrument à corde. 388
Récréation 168. Les quatre éléments. 388
Exp. Graver en relief sur la coquille d'un œuf. 389
Exp. Deux fioles égales et remplies de liqueurs différentes, les faire passer de l'une dans l'autre fiole sans le secours d'aucun vase. 389
Exp. Couleur bleue qui disparait à volonté. 389
Exp. Crayon sympathique pour écrire sur le verre. 390
Exp. Faire flotter une couche de fer sur l'eau. 390
Pachométrie ou méthode pour mesurer l'épaisseur des glaces. 390
Description du pachomètre. 391
Manière de se servir du pachomètre. 392
Remarques diverses. 392
Pour reconnaitre la blancheur des glaces. 393

Récréation 169, Tonneau qui donne par le même robinet trois liqueurs différentes. 393
Récréation 170, Le petit Bacchus. 394
Effet de l'acide chlorique concentré sur l'alcool. 394
Inflammation du papier par cet acide. 395
Trouver, en tous lieux et dans tous les temps, les quatre points cardinaux du monde. 395
Expériences curieuses sur un mouvement de rotation. 395
Boule trompeuse pour jouer aux quilles. 396
Balance trompeuse. 396
Disposer trois bâtons sur une table, de manière qu'une extrémité de chacun reste en l'air. 397
Danger de courir en descendant une montagne. 397
La seconde vue. 397

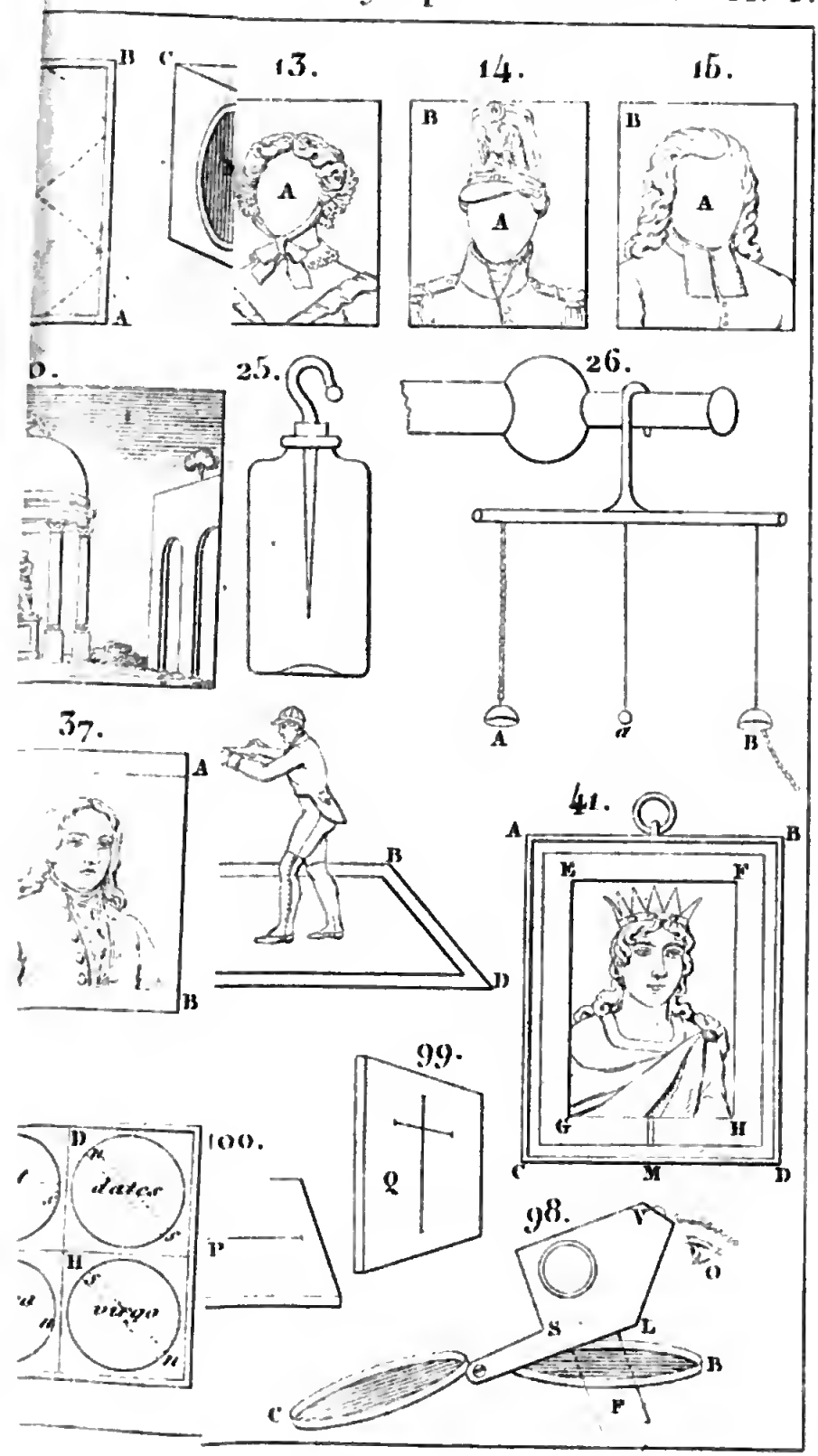
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

BAR-SUR-SEINE. — IMP. SAILLARD.



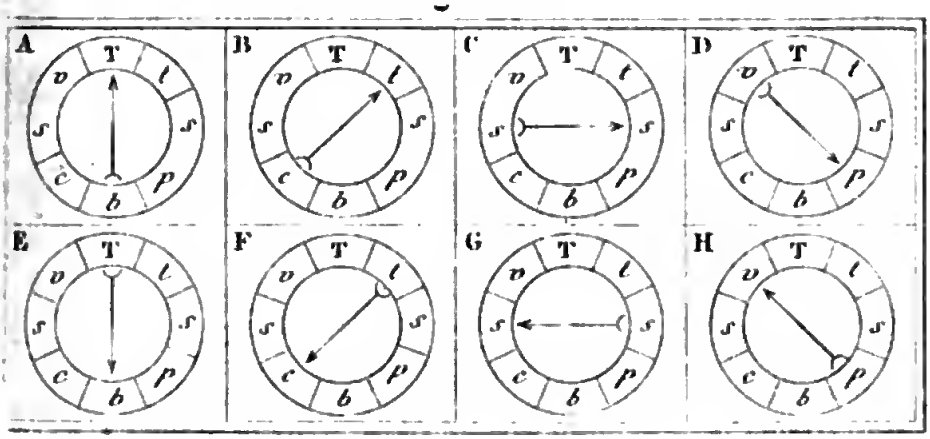
p. Roret rue Hautefeuille 12, à Paris.

38110 220 A

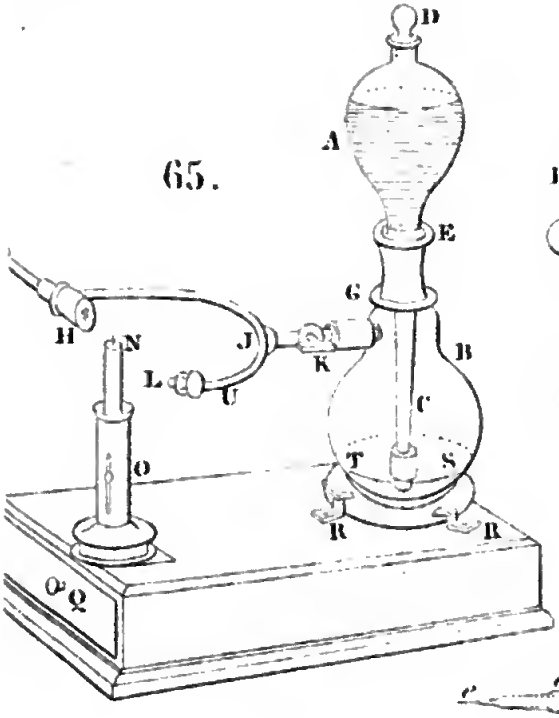


Marlier sc.

Fig. 53.

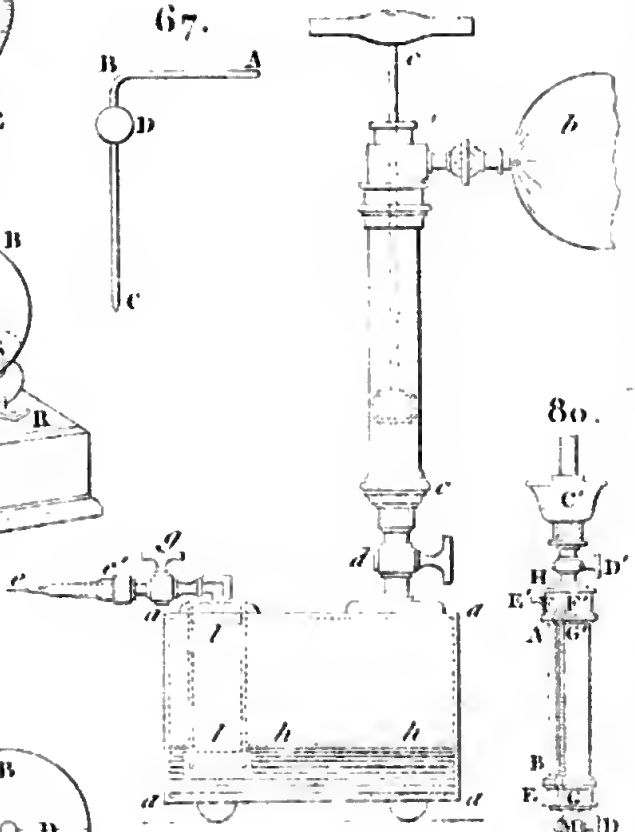


65.



67.

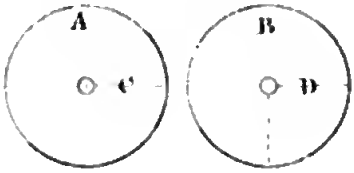
66.



80.

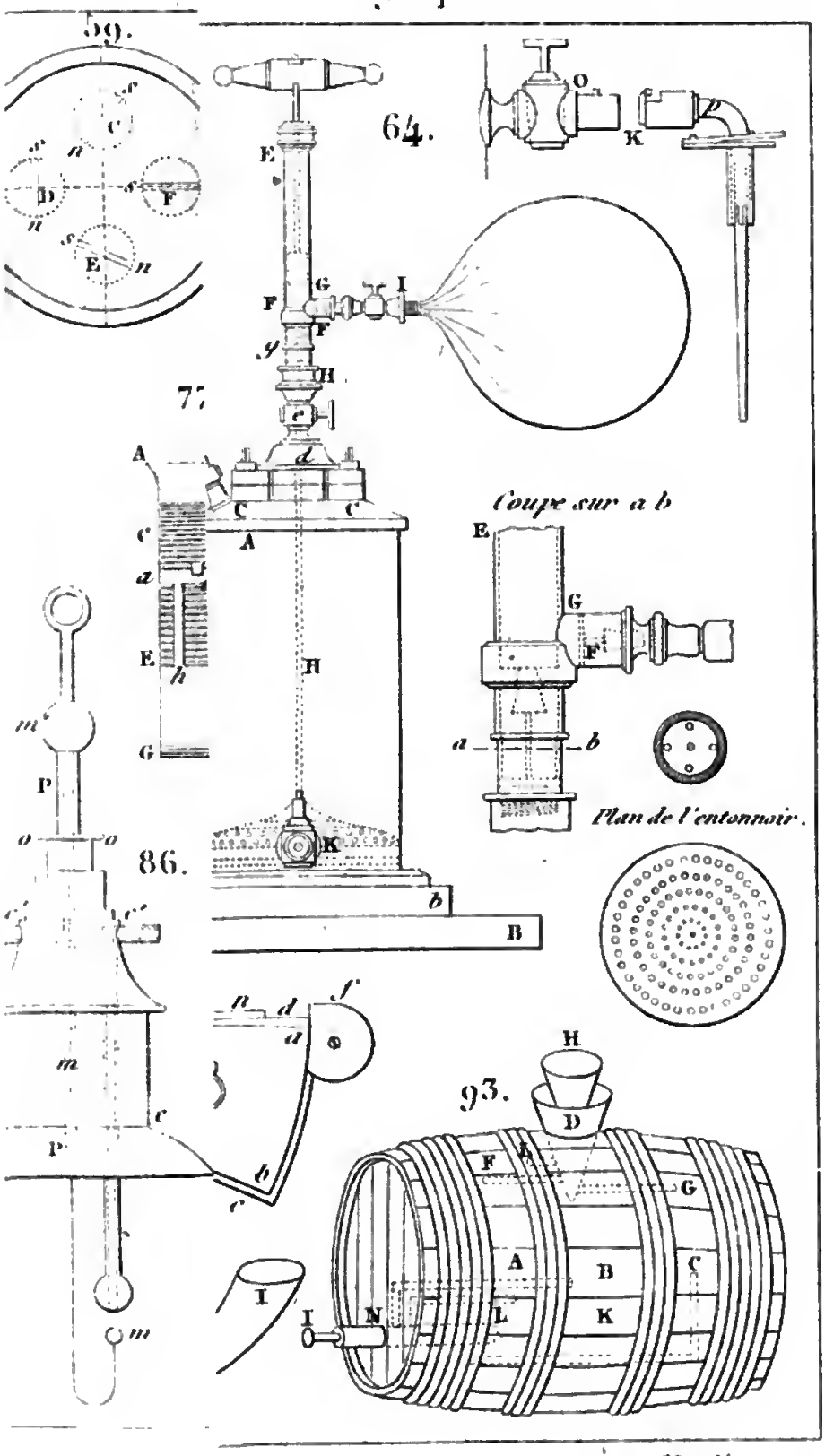
78.

79.



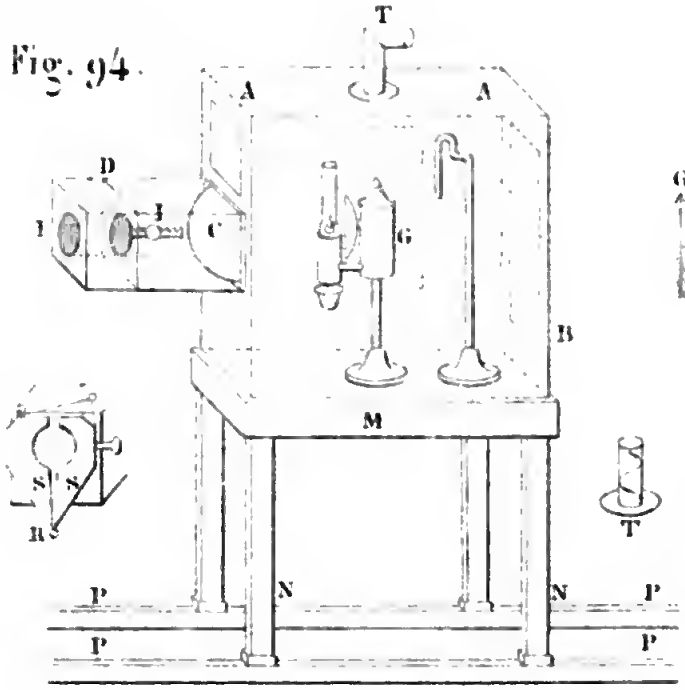
Digitized by Google

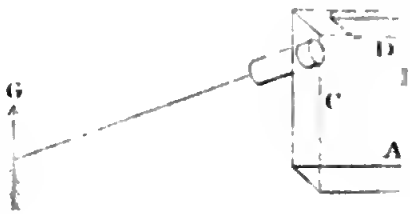
38110 4,20 B

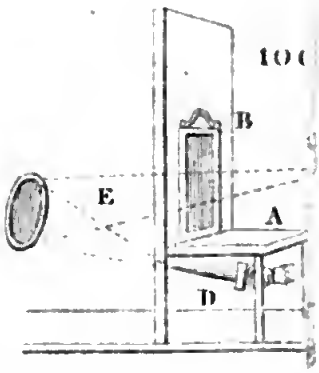


Martier sc.

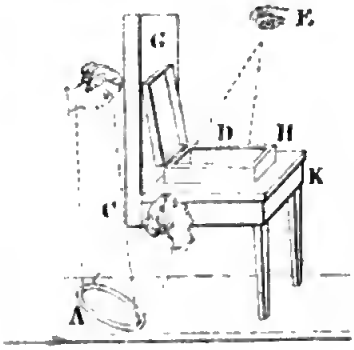
Fig. 94.



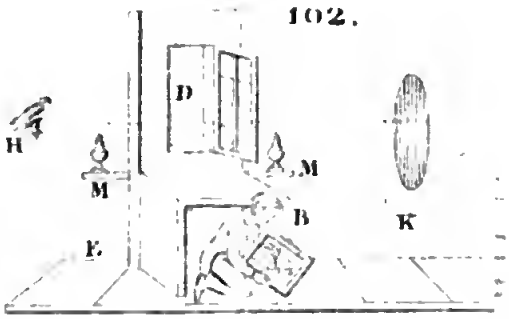




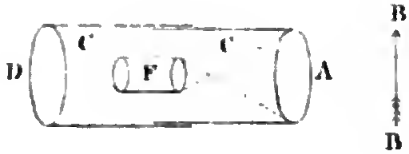
101.



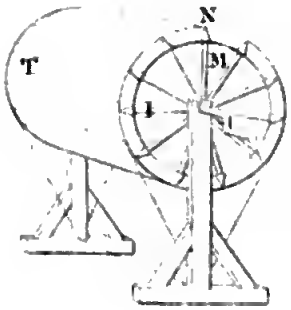
102.



103.



104.



38110 2,20 C

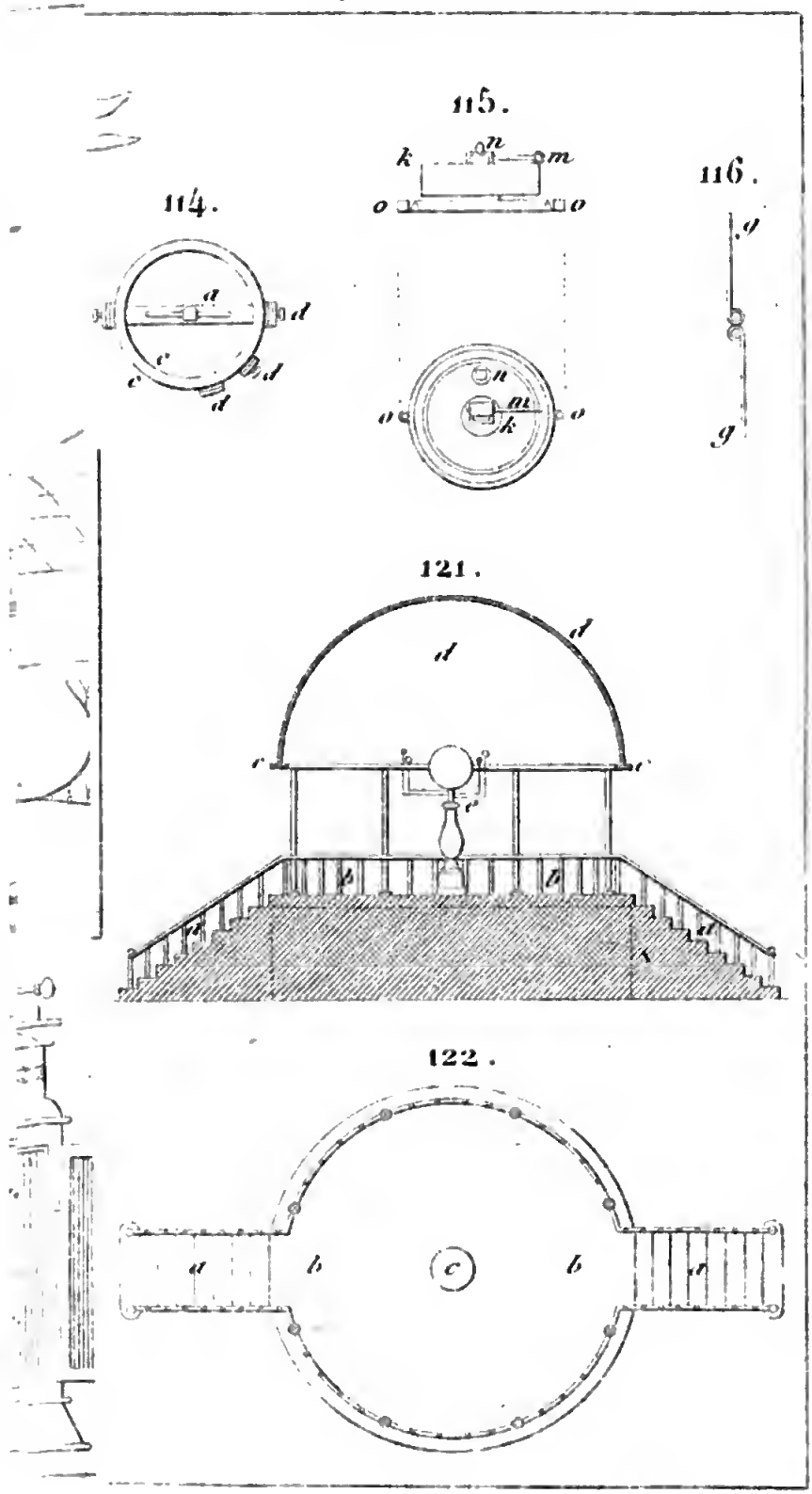
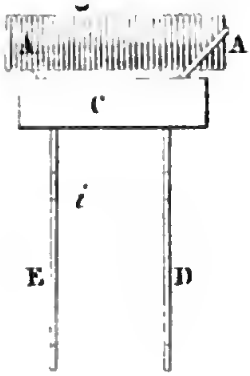
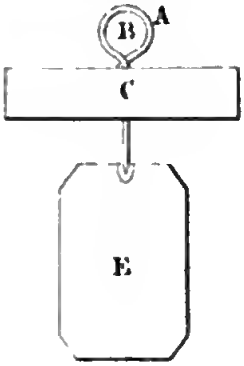


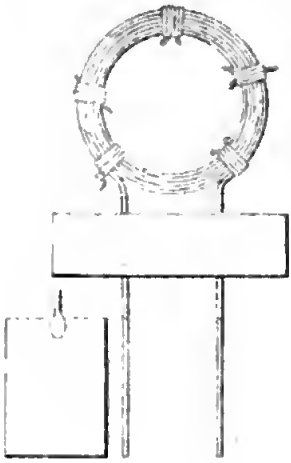
Fig. 123.



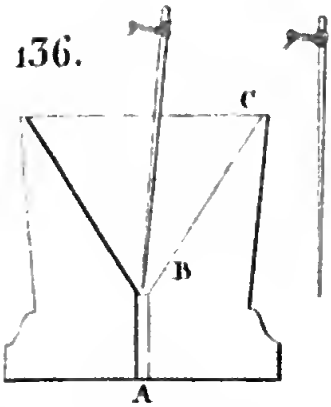
124.



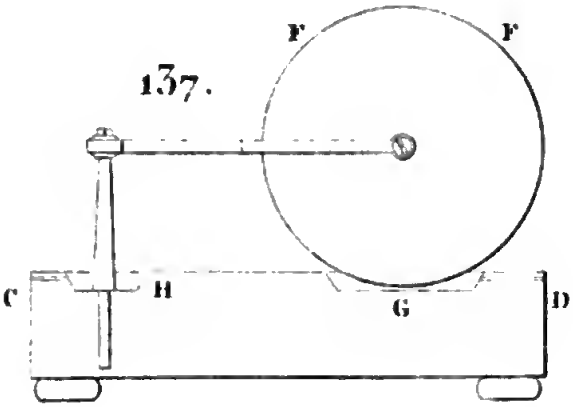
125.



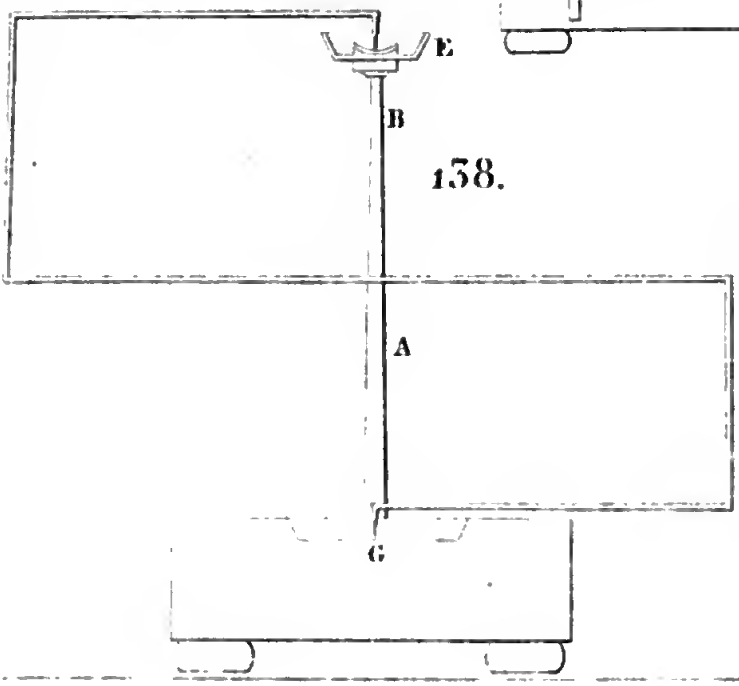
136.

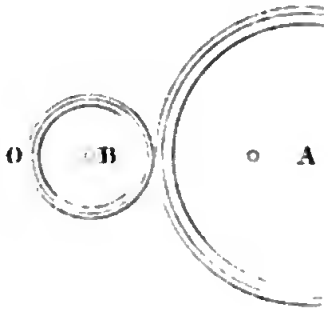


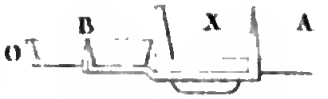
137.



138.



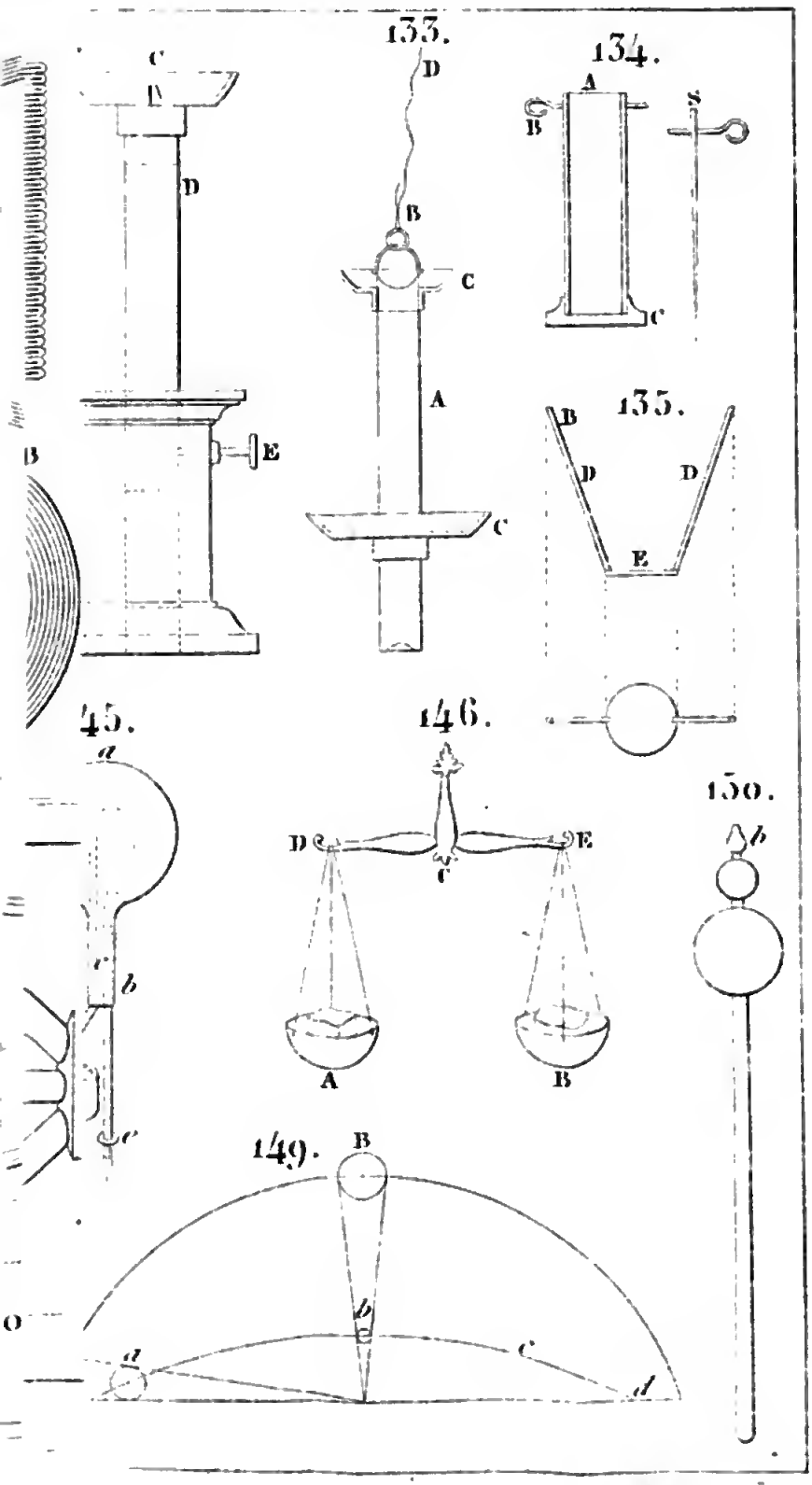




14

H

38110 220 D



Marlier sc.

793

Digitized by Google

ENCYCLOPÉDIE-RORET.

Z

COLLECTION
DES
MANUELS-RORET
FORMANT UNE
ENCYCLOPEDIE
DES SCIENCES ET DES ARTS,
FORMAT IN-18;

Par une réunion de Savans et de Praticiens;

MESSIEURS

AMOROS, ARSENNE, BIOT, BIRET, BISTON, BOISDUVAL, BOITARD, BOSC, BOUTEREAU, BOYARD, CAHEN, CHAUSSIER, CHEVRIER, CHORON, CONSTANTIN, DE GAYFFIER, DE LAFAGE, P. DESORMEAUX, DUBOIS, DUJARDIN, FRANCŒUR, GIQUEL, HERVÉ, HUOT, JANVIER, JULIA-FONTENELLE, JULIEN, LACROIX, LANDRIN, LAUNAY, LEDUCY, Sébastien LENORMAND, LESSON, LORIOL, MATTER, MINÉ, MULLER, NICARD, NOEL, Jules PAUTET, RANG, RENDU, RICHARD, RIFFAULT, SCRIBE, TARBÉ, TERQUEM, THIÉBAUT DE BERNEAUD, THILLAYE, TOUSSAINT, TREMERY, TRUY, VAUQUELIN, VERDIER, VERGNAUD, YVART, etc.

Tous les Traités se vendent séparément, 300 volumes environ sont en vente; pour recevoir franc de port chacun d'eux, il faut ajouter 50 centimes. Tous les ouvrages qui ne portent pas au bas du titre *à la Librairie Encyclopédique de Roret* n'appartiennent pas à la *Collection de Manuels-Roret*, qui a eu des imitateurs et des contrefacteurs (M. Ferd. *Ardant*, gérant de la maison *Martial Ardant frères*, à Paris, et M. *Renault* ont été condamnés comme tels.)

Cette Collection étant une entreprise toute philantropique, les personnes qui auraient quelque chose à nous faire parvenir dans l'intérêt des sciences et des arts, sont priées de l'envoyer franc de port à l'adresse de M. le *Directeur de l'Encyclopédie-Roret, format in*-18, chez M. RORET, libraire, rue Hautefeuille, n. 12, à Paris.

TRAITÉ DES ARBRES ET ARBUSTES, par *Duhamel, Mirbel, Poiret, Loiseleur-Deslonchamps*. 7 vol. in-fol., orné de 500 planches. Prix, jésus vélin, pl. coloriées. 450 fr

005684825